

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA II



TESIS DOCTORAL

**Evaluación clínica de diferentes protocolos en
blanqueamiento dental**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Carlos Oteo Morilla

DIRECTORES

Jesús Oteo Calatayud
María Dolores Oteo Calatayud

Madrid, 2018



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Programa de Doctorado en
CIENCIAS DE LA SALUD

**EVALUACIÓN CLÍNICA DE DIFERENTES
PROTOCOLOS EN BLANQUEAMIENTO
DENTAL '**

Tesis doctoral presentada por

Carlos Oteo Morilla

Directores:

Dr. Jesús Oteo Calatayud

Dr. María Dolores Oteo Calatayud

Madrid, 2017

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por su confianza plena en mí, por habérmelo dado todo, por enseñarme la recompensa del trabajo y el esfuerzo, a buscar soluciones a todos los problemas y a valorar lo que realmente importa.

A mis hermanos, a los que conforme pasa el tiempo, más cerca necesito.

Al Doctor Jesús Oteo Calatayud, por transmitirme desinteresadamente todo su conocimiento en el campo del blanqueamiento, por tantos años de cariño y trabajo duro.

A la Doctora María Dolores Oteo Calatayud, por su dedicación y esfuerzo. Gracias por haber formado parte de mi vida, por el duro trabajo todos estos meses y por el cariño que siempre me has demostrado.

Al Doctor Carlos Oteo Calatayud, mi padre, por haberme transmitido la pasión y el esfuerzo en la Odontología y la docencia.

A Susana Pérez de la Fuente, por su ayuda desinteresada y por reafirmar mi idea de que “no hace falta una razón para ayudar a alguien”.

A Alejandra Álvarez Alfonso por su ayuda, su apoyo y formar parte de mi vida, haciendo esta misma mejor, durante estos años.

A mis amigos del colegio, mis amigos de Banús, mis amigos de la Universidad Europea, mis amigos del grupo Ibiza, mis amigos de Smile is a Foundation, por moldearme y acompañarme durante toda mi vida, creando la persona que soy ahora. Parte de mis logros os pertenecen.

A mis compañeros y amigos de la UCM y del Master de Odontología Estética, por su compañerismo y por su fe en mí y en mi trabajo.

A todas esas personas que de una u otra forma me han ayudado y apoyado durante todo este proceso.

Gracias a todos.

“Cree a aquellos que buscan la verdad.

Duda de los que la encuentran” !

André Gide

ÍNDICE

1. RESUMEN	13 '
2. ABSTRACT	21 '
3. INTRODUCCIÓN.....	29 '
3.1 Historia.....	31 '
3.2 Alteraciones del color: Tinciones.....	32 '
3.2.1 Tinciones externas.....	33 '
3.2.2 Tinciones internas.....	33 '
3.3 Color.....	34 '
3.4 Percepción del color.....	36 '
3.5 Métodos de medición del color.....	38 '
3.6 Agentes blanqueantes.....	40
3.6.1 peróxido de hidrógeno.....	40
3.6.2 peróxido de carbamida.....	41 '
3.6.3 Composición de los agentes blanqueantes.....	41 '
3.6.3.1 Agentes espesantes.....	41 '
3.6.3.2 Vehiculizadores.....	42 '
3.6.3.3 Tensioactivos.....	42 '
3.6.3.4 Conservantes.....	42 '
3.6.3.5 Aromatizantes.....	43 '
3.6.3.6 Aditivos.....	43 '
3.6.3.7 Fluoruros.....	43 '
3.6.3.8 Fosfato de Calcio.....	43 '
3.6.4 Mecanismo de acción de los agentes blanqueantes.....	44 '

3.7 Técnicas de blanqueamiento.....	45 '
3.7.1 Técnica de blanqueamiento domiciliario (At-home).....	45 '
3.7.2 Pastas dentífricas.....	46 '
3.7.3 Técnica de blanqueamiento en consulta (In-office).....	46 '
3.8 Efectos de la técnica de blanqueamiento dental.....	47 '
3.8.1 Efectos sobre los tejidos blandos.....	47 '
3.8.2 Efectos sobre la estructura del dientes.....	47 '
3.8.2.1 Morfología de la superficie del esmalte y la textura.....	47 '
3.8.2.2 Dureza de la superficie del esmalte y resistencia ' al desgaste.....	49 '
3.8.2.3 Composición química del esmalte.....	49 '
4. JUSTIFICACIÓN	51 '
5. HIPÓTESIS.....	55 '
6. OBJETIVOS	59 '
7. MATERIAL Y MÉTODO.....	63 '
7.1 Selección de la muestra.....	65 '
7.2 Criterios de inclusión/exclusión.....	65 '
7.3 Primera cita y recogida de datos.....	67 '
7.3.1 Registro fotográfico inicial.....	67 '
7.3.2 Férulas de posicionamiento y de blanqueamiento.....	69 '
7.3.3 Primera toma de color.....	72 '
7.3.4 Distribución de los participantes por grupos.....	78 '
7.4 Protocolo de blanqueamiento.....	82 '

7.5 Registros finales.....	84 '
7.6 Análisis estadístico.....	86 '
8. RESULTADOS	89 '
8.1 Grupo A1 VS Grupo A2	96 '
8.2 Valor descriptivo por dientes.....	99 '
8.3 Grupo A1 VS Grupo A2 por dientes	103 '
8.4 Grupo B1 VS grupo B2	105 '
8.5 Grupo A1 VS Grupo B1	106 '
8.6 Grupo A2 VS Grupo B2	109 '
8.8 Gráficas de las mediciones día a día	110 '
8.7 Dos semanas VS cuatro semanas	113 '
8.9 Sensibilidad.....	115 '
9. DISCUSIÓN	121 '
9.1 Introducción y justificación	123 '
9.2 Material y método.....	124 '
9.2.1 Material.....	124 '
9.2.1.1 Peróxido de carbamida y peróxido de hidrógeno.....	124 '
9.2.1.1 Criterios de inclusión/exclusión.....	127 '
9.2.2 Método.....	129 '
9.2.2.1 Distribución.....	129 '
9.2.2.2 Toma de color.....	129 '

9.2.2.2.1 Fotografía.....	129 '
9.2.2.2.2 Método visual.....	130 '
9.2.2.2.3 Espectrofotómetros.....	133 '
9.2.2.3 Férulas.....	136 '
9.2.2.4 CIE L*a*b*.....	138 '
9.3 Resultados.....	143 '
9.3.1 Según el producto utilizado.....	143 '
9.3.2 Según el protocolo de aplicación.....	151 '
9.3.3 Progresión del cambio de color.....	154 '
9.3.4 Dos semanas VS cuatro semanas.....	157 '
9.3.5 Efectos secundarios.....	159 '
9.5 Dificultades y limitaciones del estudio.....	166 '
10. CONCLUSIONES.....	169 '
11. ANEXOS.....	173 '
12. BIBLIOGRAFÍA.....	179 '

1. RESUMEN

INTRODUCCIÓN

Los posibles factores que pueden producir alteraciones en el color de los dientes son externos e internos. Los factores externos afectan a la superficie externa del diente y los factores internos están relacionados con modificaciones en la estructura interna del diente. La técnica de blanqueamiento domiciliario utiliza peróxido de carbamida en concentraciones del 10% al 16% o peróxido de hidrógeno en concentraciones bajas del 6%. Estas técnicas son conocidas como at-home o domiciliarias porque suelen realizarse en casa y la frecuencia, momento y número de aplicaciones varían dependiendo la concentración del gel.

JUSTIFICACIÓN

Hoy en día todos los pacientes quieren y en parte necesitan, tener una sonrisa lo más lucida posible, es por ello que el tratamiento de blanqueamiento dental es de vital importancia en muchos de nuestros casos. Es por ello que consideramos de vital importancia, la creación de protocolos en el tratamiento de blanqueamiento domiciliario, para que todos los profesionales actúen de la misma manera, en base a estudios, como el que aquí se propone.

OBJETIVOS

Objetivos generales:

1. Evaluar clínicamente la eficacia de dos productos para realizar un tratamiento de blanqueamiento dental y compararla entre ambos: peróxido de carbamida al 16% y peróxido de hidrógeno al 6%.

2. Evaluar qué protocolo de aplicación resulta más eficiente en nuestra práctica diaria, aplicar el gel cada veinticuatro horas o aplicarlo cada cuarenta y ocho horas.

Objetivos específicos:

1. Evaluar clínicamente la progresión de cambio de color diario que se consigue entre los productos peróxido de carbamida al 16% y peróxido de hidrógeno al 6% en tratamientos de blanqueamiento domiciliario.

2. Evaluar clínicamente la progresión de cambio de color diario que se consigue entre los protocolos de veinticuatro horas y de cuarenta y ocho horas en tratamientos de blanqueamiento domiciliario.

3. Comparar si la eficacia clínica al aplicar dos semanas seguidas el blanqueamiento dental es igual que aplicarlo cuatro semanas seguidas.

4. Evaluar el nivel de sensibilidad que se produce entre los dos productos: peróxido de carbamida al 16% y peróxido de hidrógeno al 6% y comparar los resultados.

5. Evaluar el nivel de sensibilidad que se produce entre los dos protocolos de veinticuatro y cuarenta y ocho horas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se formaron dos grupos de estudio de 40 pacientes cada uno y un tercer grupo control de 20 pacientes que utilizó un gel placebo sin peróxido y sin acción blanqueante.

El primer grupo fue subdividido en dos subgrupos:

Subgrupo A1: aplicó el gel blanqueante con peróxido de carbamida al 16% todos los días durante 2 semanas.

Subgrupo A2: aplicó un gel blanqueante con peróxido de hidrógeno al 6% todos los días durante 2 semanas.

El segundo grupo fue subdividido en dos subgrupos:

Subgrupo B1: aplicó el gel blanqueante con peróxido de carbamida al 16% en días alternos durante 4 semanas.

Subgrupo B2: aplicó el gel blanqueante con peróxido de hidrógeno al 6% en días alternos durante 4 semanas.

Para las mediciones del color se utilizó la Vita Easy-Shade Compact® y se anotaron los valores obtenidos (valores L a b) en la hoja de registro de datos confeccionada en un archivo de hoja de cálculo de Excel.

Las variaciones del color ($\Delta E1$) se midieron según el sistema CIE Lab antes de realizar el tratamiento y cada 24/48 horas durante dos semanas según la fórmula:

$$\Delta E1 = \sqrt{(L_1 - L_0)^2 + (a_1 - a_0)^2 + (b_1 - b_0)^2}$$

Todas los pacientes anotaron en una hoja de registro las posibles molestias de sensibilidad que pudieran causarles durante el tratamiento, según una escala numérica del 0 al 4.

RESULTADOS

Cuando se comparó el gel de peróxido de carbamida al 16% con el de peróxido de hidrógeno al 6% en el grupo A (portan el gel todos los días) se observó un nivel de significación menor que 0,05.

Cuando esta misma comparación se realizó en el grupo B, el nivel de significación o p-valor mayor que 0,05 llevó a aceptar la hipótesis nula de igualdad de medias para las diferencias entre los dos productos cuando fueron aplicados en días alternos durante 2 semanas.

Cuando se compararon los protocolos de actuación, pero no los productos entre si, se encontró que cuando se utilizó peróxido de carbamida al 16%, se obtuvo un nivel de significación mayor que 0,05. Lo mismo ocurrió cuando se utilizó peróxido de hidrógeno al 6%.

En el presente estudio la sensibilidad afectó aun 27,6% de los sujetos de forma muy leve, y a un 17,3% de los sujetos de forma moderada.

CONCLUSIONES

1. Tanto el peróxido de carbamida al 16% como el peróxido de hidrógeno al 6% son dos productos efectivos y ofrecen buenos resultados en el tratamiento de discoloraciones dentales.

2. El peróxido de carbamida al 16% es igual de efectivo que el peróxido de hidrógeno al 6%, independientemente del protocolo de aplicación utilizado.

3. Aplicar el gel de blanqueamiento todos los días o aplicarlo en días alternos produce el mismo resultado independientemente del producto utilizado.

4. El máximo incremento de blanqueamiento dental se produce en los primeros cuatro días del tratamiento, cursando posteriormente con un ascenso moderado del blanqueamiento en los días restantes, independientemente del producto utilizado.

5. El máximo incremento de blanqueamiento dental se produce en los primeros cuatro días del tratamiento, cursando posteriormente con un ascenso moderado del blanqueamiento en los días restantes, independientemente del protocolo utilizado.

6. Aplicar el gel de blanqueamiento dental cuatro semanas, en vez de dos semanas, produce un incremento de blanqueamiento dental estadísticamente significativo pero clínicamente no detectable.

7. La sensibilidad producida durante el tratamiento de blanqueamiento dental fue leve o moderada para los grupos A y B, independientemente del producto y del protocolo.

8. La aplicación de peróxido de carbamida al 16% produce una menor sensibilidad que la aplicación del peróxido de hidrógeno al 6%.

9. La aplicación del protocolo de días alternos produce una menor sensibilidad que el protocolo de aplicación diaria.

2. ABSTRACT

INTRODUCTION

The possible factors that can cause alterations in the color of the teeth are external and internal. External factors affect the external surface of the tooth and internal factors are related to changes in the internal structure of the tooth. The household bleaching technique uses carbamide peroxide in concentrations of 10% to 16% or hydrogen peroxide in low concentrations of 6%. These techniques are known as at-home or home because they are usually performed at home and the frequency, timing and number of applications vary depending on the concentration of the gel.

JUSTIFICATION

Nowadays, where esthetics has a great importance, patients want a smile as bright as possible, which is why the treatment of teeth whitening is of great importance in many of our cases. That is why we consider important, the design of protocols in the treatment of home bleaching, so that all professionals have the same guidelines, based on studies, such as the one proposed here.

OBJECTIVES

General objectives:

1. Clinically evaluate the efficacy of two products to perform a tooth whitening treatment and compare both of them: 16% carbamide peroxide and 6% hydrogen peroxide.
2. Evaluate which protocol of action is most efficient in our daily practice, the appliance of the gel every twenty-four hours or every forty-eight hours.

Specific objectives:

1. Clinically evaluate the progression of daily color change achieved with the products 16% carbamide peroxide and 6% hydrogen peroxide in home bleaching treatments.
2. Clinically evaluate the progression of daily color change achieved by twenty-four-hour and forty-eight-hour protocols in home bleaching treatments
3. Compare if the clinical efficacy is the same when applying two weeks of the product as applying it for 4 weeks.
4. Evaluate the level of sensitivity that occurs between both products: 16% carbamide peroxide and 6% hydrogen peroxide and compare the results.
5. Evaluate the level of sensitivity that occurs between both twenty-four and forty-eight hour protocols.

MATERIAL AND METHODS

2 study groups of 40 patients each and a control group of 20 patients, in which a placebo had been used.

The first group was divided into two subgroups:

Subgroup 1A: The bleaching gel was applied with 16% carbamide peroxide every day for 2 weeks.

Subgroup 1B: The bleaching gel was applied with 6% hydrogen peroxide every day for 2 weeks.

The second group was divided into two subgroups:

Subgroup 2A: The bleaching gel was applied with 16% carbamide peroxide every other day for 4 weeks.

Subgroup 2B: The bleaching gel was applied with 6% hydrogen peroxide every other day for 4 weeks.

For color measurements, the Vita Easy-Shade Compact® was used and the values obtained (values L to b) was recorded on the data record sheet prepared in an Excel spreadsheet file.

The color variations ($\Delta E1$) were measured according to the CIE Lab system before the treatment and every 24/48 hours for two weeks according to the formula:

$$\Delta E1 = \sqrt{(L_1 - L_0)^2 + (a_1 - a_0)^2 + (b_1 - b_0)^2}$$

All patients noted on a record sheet any possible sensitivity discomfort that may occur during treatment, on a numerical scale from 0 to 4.

RESULTS

When the 16% carbamide peroxide gel was compared with that of 6% hydrogen peroxide in group A (they carry the gel every day), a level of significance of less than 0.05 was obtained.

When this same comparison was made in group B, the significance level or p-value greater than 0.05 led to accept the null hypothesis of equality of means for the differences between the two products when applied on alternate days for 2 weeks.

When we compared the performance protocols, but not the products with each other, we found that when 16% carbamide peroxide was applied, we obtained a level of significance greater than 0.05. The same happened when 6% hydrogen peroxide is applied.

In the present study the sensitivity affected 27.6% of the subjects in a very mild form, and to 17.3% of the subjects in a moderate way.

CONCLUSIONS

1. Both 16% carbamide peroxide and 6% hydrogen peroxide are two effective products and offer good results in the treatment of dental discolorations.

2. 16% carbamide peroxide is as effective as 6% hydrogen peroxide regardless of the performance protocol used.

3. Applying the bleaching gel every day, or applying it on alternate days produces the same result regardless of the product used.

4. The maximum increase in tooth whitening occurs in the first four days of treatment, followed by a moderate increase in whitening on the remaining days regardless of the product used.

5. The maximum increase in tooth whitening occurs in the first four days of treatment, followed by a moderate rise in whitening in the remaining days regardless of the protocol used.

6. Applying the teeth whitening gel four weeks instead of two weeks produces a statistically significant but clinically undetectable increase in tooth whitening.

7. The sensitivity produced during the tooth whitening treatment was mild or moderate for A and B groups, regardless of product and protocol.

8. The application of 16% carbamide peroxide produces a lower sensitivity than the application of 6% hydrogen peroxide.

9. The application of the protocol of alternate days produces a lower sensitivity than the protocol of every day.

3. INTRODUCCIÓN

El blanqueamiento dental es actualmente uno de los tratamientos de estética dental más demandados en Odontología (Haywood et al. 1990; Bistey et al. 2007). Esta gran demanda se debe, en la mayor parte de los casos, al deseo de los pacientes de mejorar su estética, debido a que distintos factores han podido modificar el color de los dientes.

Los posibles factores que pueden producir estas alteraciones pueden ser externos e internos. Los factores externos afectan a la superficie externa del diente y los factores internos están relacionados con modificaciones en la estructura interna del diente.

3.1.- HISTORIA

La historia del blanqueamiento dental se remonta a más de 2000 años antes de Cristo. Los médicos romanos del siglo I recomendaban cepillarse con orina para blanquear los dientes. Más adelante, entre los siglos XIV y XVIII el blanqueamiento dental consistía en desgastar el esmalte de los dientes con lijas metálicas y aplicarles una solución de ácido nítrico. El blanqueamiento dental, como tratamiento odontológico, fue descrito desde hace más de un siglo (Li 1996). Inicialmente, en 1916, se utilizó para el tratamiento de la fluorosis mediante ácido clorhídrico. No fue hasta 1930 cuando el peróxido de hidrógeno activado con calor fue aceptado como tratamiento para el blanqueamiento dental (Li 1996).

En esta técnica se empleaban concentraciones de peróxido de hidrógeno del 30% o 35%. Ya en 1937 se describió la utilización de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) junto con éter y calor para el tratamiento de la fluorosis endémica. En esta técnica transmitía el calor a través de instrumentos de metal previamente calentados y aplicados sobre el esmalte.

La utilización de la intensidad de la luz para aplicar temperatura al peróxido de hidrógeno y acelerar el proceso de blanqueamiento químico fue descrito por primera vez por Abbot en 1918 (Joiner 2006).

Se han descrito otras muchas técnicas para activar el peróxido de hidrógeno con técnicas de calor, aunque luego se comprobó que se corría el riesgo de poder provocar un daño irreversible a la pulpa. Por ello comenzaron a centrarse en activar el peróxido de hidrógeno con espectros de luz que no calentasen la pulpa, como las luces halógenas, diodos, arcos de plasma o láser (Joiner 2006; ZACH & COHEN 1965).

A finales de 1960, un ortodoncista, el Dr. B. Klusemeir encontró accidentalmente una nueva técnica de blanqueamiento al prescribir un antiséptico oral (Gly-Oxid) en unas cubetas adaptadas a las arcadas de los pacientes. No tardó en darse cuenta de que además de mejorar la salud gingival de los pacientes, estos también blanqueaban sus dientes. Se sustituyó el Gly-oxide por proxigel, una combinación de 10% de peróxido de carbamida, agua, glicerina y carbopol.

Fue en 1992, 20 años después, cuando Haywood y Heymann describen en su artículo esta técnica nombrándola como blanqueamiento vital nocturno (Joshi 2016; Haywood 1992).

3.2.- ALTERACIONES DEL COLOR. TINCIONES

Las partículas responsables de generar tinciones son los cromóforos. Éstos son el conjunto de átomos de una molécula y son responsables de su color. También se definen como sustancias que presentan gran cantidad de electrones capaces de absorber energía o luz visible y excitarse para así emitir diversos colores.

Los cromóforos derivan fundamentalmente de fuentes químicas como los componentes orgánicos (carotenos), los iones metálicos (hierro, estaño) o de la combinación de ambos (sangre). Éstos pueden depositarse sobre la superficie del esmalte (tinciones externas) o bien penetrar al interior del diente (tinciones internas).

3.2.1. - TINCIONES EXTERNAS

Se producen por la unión de los cromóforos al esmalte a través de fuerzas electrostáticas (Van der Waals; Viscio et al. 2000).

La película que se genera a partir de los restos alimenticios, que quedan en contacto con los dientes, es un buen ejemplo de este tipo de tinción cuando dicha película se sitúa en áreas que son muy poco accesibles al cepillado dental y a la acción de los dentífricos (Watts & Addy 2001). Las tinciones externas también se asocian al hábito tabáquico, al abuso de los colutorios dentales, como la clorhexidina o al consumo de bebidas con una alta saturación de colorantes como el vino tinto, el té y las colas.

Gran parte de estas tinciones externas pueden ser eliminadas a través de la acción mecánica del cepillado dental o de una profilaxis realizada en la consulta odontológica (Joiner et al. 2004). No obstante, hay tinciones que, a pesar de estos tratamientos, persisten en el esmalte afectando a la apariencia del paciente, por lo que es necesario realizar otros tratamientos que mejoren la estética dental como puede ser el blanqueamiento dental.

3.2.2. - TINCIONES INTERNAS

El uso de ciertos agentes podrían generar tinciones que alterasen la estructura interna del diente provocando un cambio en su apariencia externa (Joiner 2006); así actúan la clorhexidina, algunas sales con metales (estaño o hierro) o antibióticos como las tetraciclinas.

Las tetraciclinas son un antibiótico que se utilizó mucho hace años. No se conoce bien el mecanismo por el cual se producen las alteraciones estructurales que afectan al color del diente, pero se piensa que se debe a la combinación de la

molécula de tetraciclina con el calcio mediante el proceso de quelación y la posterior incorporación a los cristales de hidroxiapatita del diente.

Las tinciones por etiologías pulpares, traumatismos o necrosis generan una pigmentación interna por la acumulación de subproductos hemorrágicos en el interior de los túbulos dentinarios. Las alteraciones del color de los dientes causadas por tratamientos endodónticos, también son consideradas tinciones intrínsecas. La fluorosis también es un tipo de macha intrínseca que se debe a la excesiva concentración de flúor sistémico durante la formación y calcificación de la matriz del esmalte.

Una vez establecido el correcto diagnóstico y el origen de la tinción, se puede realizar alguno de los tres métodos que actualmente existen para eliminarlas:

1. ' Aplicación de ácidos en combinación con abrasión mecánica: son eficaces pero es un tratamiento invasivo ya que elimina tejido dental. Se utiliza en tinciones muy superficiales.
2. ' Técnicas de blanqueamiento: permiten tratar tinciones superficiales e internas. Son procedimientos que se pueden realizar en consulta por los profesionales (técnica in-office) o domiciliario por los propios pacientes (técnica at-home).
3. ' En algunos casos es necesario utilizar ambos métodos, en consulta y domiciliario para obtener los mejores resultados.

3.3. - COLOR

Es un fenómeno físico-químico asociado a las infinitas combinaciones de la luz y relacionado con las distintas longitudes de onda en la zona visible del espectro electromagnético que perciben los humanos a través de la visión. Todo cuerpo iluminado absorbe o transmite una parte de las ondas electromagnéticas y refleja las restantes. Las ondas reflejadas son captadas por el ojo e interpretadas como

colores según las longitudes de ondas correspondientes (Figura 1). El ojo humano sólo percibe el color si existe una iluminación suficiente, por debajo de la cual la visión se reduce al blanco y negro.

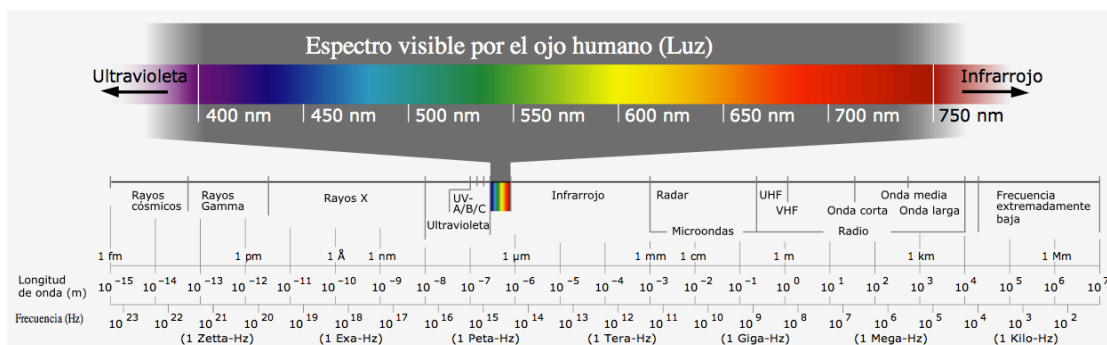


Fig.1. Espectro de luz visible por el hombre

La luz visible se compone de fotones (partícula portadora de todas las formas de radiación electromagnética, incluyendo a los rayos gamma, los rayos X, la luz ultravioleta, la luz visible, la luz infrarroja, las microondas, y las ondas de radio) que tienen un rango de longitud de onda que oscila entre 360nm y 780nm. Por debajo de esta longitud de onda (<400) se localiza la radiación ultravioleta (color azul), mientras que una longitud más amplia (>700nm) corresponde al rango de los infrarrojos (Tabla 1).

Color	Longitud de onda
Rojo	~ (620-760) nm
Naranja	~ (580-620) nm
Amarillo	~ (560-580) nm
Verde	~ (490-560) nm
Azul	~ (430-490) nm
Violeta	~ (380-430) nm

Tabla.1 Longitud de onda de los colores

Las principales características que definen el color son: tono (matiz, color), valor (value) y saturación (croma). El tono permite diferenciar entre los colores: azul, rojo, amarillo, etc. El valor indica la luminosidad del color y su rango desde el negro puro hasta el blanco puro. El croma es el grado de saturación del color y describe su intensidad.

El valor es la propiedad del color que permite describir las relativas diferencias entre luminosidad y oscuridad; es independiente del color y, probablemente, la dimensión más importante para la percepción humana del color. Es por ello que en los estudios científicos de color es la propiedad más valorada (Watts & Addy 2001).

3.4.- PERCEPCIÓN DEL COLOR

La percepción del color es un fenómeno complejo y la apariencia de los dientes puede estar influenciada por varios factores que actúan a nivel del cerebro y del ojo humano. Estos factores incluyen componentes extrínsecos como las condiciones de luz, e intrínsecos como translucidez, la opacidad o el brillo. La percepción que tenemos del color es la porción visible del espectro de la onda electromagnética no absorbida (Ahmad 2009).

El tipo de incidencia de la luz y su transmisión a través del diente, el reflejo, la dispersión y la absorción de la misma son cualidades conocidas como propiedades ópticas de los dientes y se tendrán en cuenta por el observador en el momento de tomar el color. Estas propiedades pueden estar influenciadas por la dirección, el movimiento y color de la luz.

La experiencia y la adaptación del observador también tienen un papel importante en el momento de la percepción del color.

Para realizar la toma de color dental se debe tener en cuenta que los resultados pueden variar por factores externos e internos (Kielbassa et al. 2009). El entorno es un factor externo que comprende la luminosidad del lugar donde se registra el color, el fondo empleado, etc. Los factores internos son los relacionados directamente con los dientes y hacen que la reflexión de la luz pueda cambiar.

Las características morfológicas como las concavidades y las convexidades de la superficie del esmalte no solamente definen su textura, sino que también pueden influir en la vía de reflexión de la luz, afectando su absorción sobre las superficies y la apariencia del color de los dientes (Trushkowsky 2003).

Una de las dificultades más frecuentes, que aparecen cuando se intentan comparar los colores, es la percepción del color. Para facilitar este procedimiento se han desarrollado escalas de color descritas de acuerdo a la teoría básica tridimensional de Munsell en términos de color, valor y saturación (Brewer et al. 2004; Bona et al. 2009).

Este sistema de Munsell es considerado el mejor de los sistemas basados en principios de percepción. Munsell observó que, para obtener una visualización y descripción del color de forma apropiada, era necesario un sólido tridimensional en lugar de una carta bidimensional mediante el cual era posible mostrar la distribución de los colores en las tres dimensiones.

Entre los factores externos que pueden influir en la percepción y la toma del color existen los factores humanos como la experiencia, la edad y la fatiga (Kielbassa et al. 2009). También hay factores externos ambientales como la luminosidad del lugar o el color de fondo empleado. En términos generales la percepción del color puede cambiar dependiendo de la presencia o ausencia de uno dichos factores. A pesar de estas limitaciones el ojo humano ha demostrado ser un sistema capaz de identificar diferencias del color (Douglas et al. 2007).

La determinación del color comparando los dientes con una guía estándar es el método más frecuentemente utilizado en Odontología (Kielbassa et al. 2009; Bona et al. 2009). La zona del diente utilizada para la selección de color es el tercio medio, debido al rango de colores que varían desde incisal a gingival.

Las variaciones en el valor son las más fácilmente de percibir por el ojo humano (Trushkowsky 2003). Para contrarrestar los efectos subjetivos, como la fatiga visual, se recomienda que el valor se seleccione primero y, a partir de esta característica, se organice la guía de colores desde la luminosidad a la oscuridad (Watts & Addy 2001; Joiner 2006; Joiner et al. 2008; Mokhlis et al. 2000; Paravina 2008).

3.5- MÉTODOS DE MEDICIÓN DEL COLOR

Las directrices en la medición del color se basan actualmente en el uso de los parámetros estipulados por la CIELAB (CIE Commission Internationale de l'Eclairage) (CIE 1978).

La CIE (1976) define los parámetros L^* , a^* , b^* como valores que tienen una medición perceptual: L^* es la luminosidad, la cual se relaciona con la intensidad del color; mientras que a^* y b^* son coordenadas sobre los ejes rojo-verde y amarillo-azul, respectivamente. A partir de estos parámetros, diferentes investigadores han utilizado estas características para la medición del color de los dientes en vivo (Viscio et al. 2000; Joiner et al. 2008).

En la actualidad existen varias técnicas para medir el color:

La valoración del color a través de la comparación visual con una guía es la técnica más utilizada en los últimos cincuenta años. Solo ha tenido un cambio desde 1970 y fue la estandarización de la iluminación, debido a que es un factor

externo modificador que puede influir en la calidad e intensidad de la luz sobre el diente. En esta técnica, la propiedad del color que debe ser seleccionada primero es el valor (Brewer et al. 2004).

En 1960, se desarrolló una guía simplificada de color de dientes (The Vita Lumin Vacuum Shade Guide®), que fue ampliamente aceptada por los profesionales dentales. Esta guía fue proporcionada por la casa comercial Vita (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany). En febrero de 1998 se cambió el nombre de Vita Lumin Vacuum Shade Guide® por el de Vitapan Classical Shade Guide® (Marcucci 2003). Actualmente, ésta es la guía más utilizada para valorar la eficacia de los blanqueamientos dentales por comparación de tonos (Viscio et al. 2000; Lin et al. 2008).

Los colorímetros son filtros de los componentes verde, rojo y azul de la luz. Utilizan 3 o 4 fotodiodos de silicio que tienen una corrección espectral que simula las funciones estándar del ojo humano sobre la superficie a evaluar. Por ello, se pueden utilizar como alternativa de la valoración visual.

Los espectrómetros y espectroradiómetros son instrumentos utilizados para producir una medición de color más exacta. El espectrofotómetro se diferencia del espectroradiómetro fundamentalmente en que presenta una fuente de luz estable.

El funcionamiento tradicional de estos dispositivos consiste en un fotodiodo (semiconductor construido con una unión principalmente de diodos y transistores, sensibles a la incidencia de la luz visible o infrarroja) detector que realiza un escaneo y registro de la cantidad de luz y su longitud de onda.

Sin embargo, son considerados más lentos que los filtros de los colorímetros (Joiner et al. 2004; Trushkowsky 2003; Brewer et al. 2004).

Las cámaras digitales son un nuevo dispositivo utilizado para comparar la imagen digital registrada con una guía de colores estándar. Las cámaras contienen

foto-sitios que tienen la misma función que los fotodiodos, cada foto-sitio responde tan sólo a una intensidad de luz que se refleja sobre la superficie a evaluar. La ventaja de este método es que la cámara registra cada uno de los tres colores primarios en cada localización del pixel (menor unidad homogénea en color que forma parte de una imagen digital) (Joiner et al. 2004; Brewer et al. 2004; Kugel et al. 2006) .

3.6. - AGENTES BLANQUEANTES

3.6.1. - PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

Actualmente, el material más utilizado para realizar blanqueamientos dentales es el peróxido de hidrógeno (H_2O_2). Éste ha sido encontrado en bajas concentraciones en la lluvia, en la superficie del agua e incluso en tejidos humanos (Tredwin et al. 2006). Es un líquido incoloro con un sabor amargo y altamente soluble en agua. Además, es un agente oxidante con muchas aplicaciones industriales, como por ejemplo, la fabricación de textiles, la elaboración de alimentos, en tratamientos capilares, en la destilación de vinos y en el blanqueamiento dental, entre otros. Desde 1993, el peróxido de hidrógeno ha sido aceptado como producto cosmético y de higiene oral, aprobado por la ADA (Asociación Dental Americana) (C 2000; Association 2011).

El peróxido de hidrógeno tiene un bajo peso molecular y, por lo tanto, difunde a través de la matriz orgánica del esmalte y la dentina. Durante el proceso, el peróxido de hidrógeno crea un proceso de oxigenación sobre la superficie del diente donde interactúa rompiendo las uniones de las moléculas de la tinción. Una vez en el interior de la estructura dental, al combinarse con distintos catalizadores o activadores (luz, calor, ultrasonidos, etc.) el proceso del blanqueamiento dental podría acelerarse. Algunas fuentes de luz actúan como aceleradores de la degradación del peróxido en su interior generando oxígeno y radicales libres (Hein et al. 2003; Yazici et al. 2007).

3.6.2. - PERÓXIDO DE CARBAMIDA

El peróxido de carbamida ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O} \cdot \text{H}_2\text{O}_2$) es un producto químico soluble en agua, compuesto por peróxido de hidrógeno y urea. Al descomponerse forma aproximadamente un 3% de peróxido de hidrógeno y un 7% de urea (Fasanaro 1992; Haywood 1992).

El peróxido de carbamida se utiliza también como decolorante o desinfectante. Se incorpora en productos de consumo como tintes decolorantes para el pelo, en gotas antisépticas para el tratamiento de afecciones de los oídos, en colutorios, en productos para tratar lesiones bucales y en dentífricos. Cuando es utilizado como agente blanqueador se le añade carbopol y otros espesantes como la glicerina para producir un gel y mejorar sus propiedades físicas.

3.6.3.- COMPOSICIÓN DE LOS AGENTES BLANQUEANTES

Ambos productos contienen (Joshi 2016):

3.6.3.1 Agentes espesantes

Carbopol: Polímero ácido de alto peso molecular. Es el agente espesante más utilizado en los materiales blanqueadores. Aumenta la viscosidad ayudando en la retención del gel blanqueador en la férula.

En segundo lugar, causa una liberación lenta de oxígeno activo del peróxido de hidrógeno, aumentando así el período de blanqueamiento hasta cuatro veces (Rodrigues et al. 2007) y, por lo tanto, disminuyendo la frecuencia de reemplazo durante el tratamiento de blanqueo.

Polyx: es otro agente espesante cuya composición es un secreto comercial. Mejora la actividad del material y la retención del gel blanqueador en la férula (Greenwall 2001).

3.6.3.2 Vehiculizadores

Glicerina: La glicerina, como vehiculizador, mejora la viscosidad y facilita la manipulación. La deshidratación causada por la glicerina puede representarse como una pérdida de translucidez y la ingestión de la misma en la solución o el gel es responsable de la garganta irritada, que es otro efecto secundario, reportado por los médicos.

Propilenglicol: Otro vehículo comúnmente utilizado. Mantiene la humedad y ayuda a disolver otros ingredientes.

3.6.3.3 Tensioactivos y dispersantes de pigmento

La adición de surfactantes o dispersantes de pigmento aumenta la eficacia del blanqueamiento. El tensioactivo permite la difusión del peróxido de hidrógeno a través del gel y del borde del diente aumentando la tensión superficial. El dispersante de pigmento contiene los pigmentos dentro del gel en suspensión.

3.6.3.4 Conservantes

El benzoato de sodio y el metilpropilparabeno, cuando se usan como conservantes previenen el crecimiento bacteriano dentro de los geles. Las soluciones que contienen conservantes como la citroxaina, los ácidos fosfóricos, el ácido cítrico o el estannato de sodio secuestran metales de transición, espaciando la degradación del peróxido. Estos conservantes aumentan la durabilidad y la estabilidad de los geles y tienen un pH ligeramente ácido.

3.6.3.5 Aromas

Los aromas son sustancias que cuando se añaden al gel aumentan la aceptación del paciente mejorando el sabor. Por ejemplo, el banano, el melón, la hierbabuena, el girasol, el anís y algún edulcorante, como la sacarina.

3.6.3.6 Aditivos

Nitrato potásico: Es superior en comparación con otros aditivos. El nitrato de potasio al 5% actúa como un anestésico deteniendo la repolarización del nervio tras haberse despolarizado en el ciclo del dolor sin reducir el efecto que del blanqueamiento. Es eficaz incluso en el blanqueamiento activado por luz.

3.6.3.7 Fluoruro

El fluoruro aumenta la microdureza del esmalte del substrato. Los geles blanqueadores fluorados resultan tener una menor desmineralización sin alterar la eficiencia del blanqueamiento. El flúor bloquea los túbulos dentinarios, lo que deriva en una disminución del flujo del fluido dentinario, disminuyendo así la sensibilidad

3.6.3.8 Fosfato de calcio

La adición de fosfato de calcio o fosfato-caseína amorfo (ACP-CPP) dentro de los geles blanqueadores reduce significativamente la sensibilidad por remineralización e incluso mejora el resultado del blanqueamiento (Giniger et al. 2005; Borges et al. 2012; Singh et al. 2010).

3.7. - MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS AGENTES BLANQUEANTES

En 1970, Cohen y col et al. realizaron la primera publicación indicando que existía un mecanismo químico por el cual el peróxido de hidrógeno ingresaba a la dentina y lograba un aclaramiento en el diente (Kihn 2007).

Aunque, en la actualidad, sigue sin estar claro el mecanismo por el cual el peróxido de hidrógeno realiza el blanqueamiento, se cree que el peróxido de hidrógeno oxida una amplia variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos y es posible que este sea el mecanismo por el cual se produce el blanqueamiento del diente (Joiner 2006).

El esmalte dental está compuesto principalmente por materiales orgánicos, los cuales poseen en su estructura química largas cadenas con dobles enlaces de carbono y grupos carboxilos. Cuando se rompen una o más de las dobles uniones en las cadenas, por la acción de oxidación del peróxido de hidrógeno, se produce el proceso de blanqueamiento (Joiner 2006).

El peróxido de hidrógeno tiene la propiedad de difundir en el interior del diente y al descomponerse químicamente produce radicales libres hidroxilos (Luk et al. 2004). Una de las características de los radicales libres es que son inestables. Esta inestabilidad les permite interactuar con las macromoléculas que conforman la estructura química de los pigmentos que se alojan entre las sales inorgánicas del esmalte dentario (Joiner 2006; Kashimatanaka et al. 2003; Basting et al. 2003).

Este proceso de oxidación fragmenta las macromoléculas de las tinciones en moléculas más pequeñas. Al romper los dobles enlaces, permiten que el diente tenga un aspecto más claro ya que presenta un mayor reflejo de la luz sobre su superficie, produciéndose así el efecto de blanqueamiento (Kihn 2007; Berga-Caballero et al. 2006).

3.8.- TÉCNICAS DE BLANQUEAMIENTO

Actualmente se emplean dos técnicas para el tratamiento de blanqueamiento dental. Una de ellas es la técnica domiciliaria (at-home), que permite utilizar peróxido de carbamida o de hidrógeno a bajas concentraciones. La otra es la técnica en consulta (in-office) que emplea peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida en altas concentraciones (Joiner 2006; Kihn 2007; Basting et al. 2003; Joshi 2016).

3.8.1.- TÉCNICA DE BLANQUEAMIENTO DOMICILIARIO (AT-HOME)

Esta técnica puede realizarse de diferentes maneras. Una de ellas emplea férulas de acetato de vinilo, fabricadas sobre un modelo previo de la arcada del paciente, en cuyo interior se aplica el agente blanqueante y se colocan sobre los dientes. Otras lo aplican con pinceles aprovechando la adhesión del agente sobre los dientes a modo de barniz. Actualmente también se han desarrollado nuevos sistemas que utilizan tiras adhesivas impregnadas del agente blanqueante.

La técnica de blanqueamiento domiciliario utiliza peróxido de carbamida en concentraciones del 10 al 16% o peróxido de hidrógeno en concentraciones bajas del 6%. Estas técnicas son conocidas como at-home o domiciliarias porque suelen realizarse en casa y la frecuencia, momento y número de aplicaciones varían dependiendo de la concentración del gel (Joiner 2006; Kihn 2007; Berga-Caballero et al. 2006; Auschill et al. 2005; Alonso de la Peña & Balboa Cabrita 2006; Gerlach & Sagel 2004).

3.8.2.- PASTAS DENTÍFRICAS

Las pastas blanqueadoras, en comparación con la pasta de dientes estándar, contienen cantidades más altas de abrasivos y detergentes, lo que las hace muy efectivas en la eliminación de manchas extrínsecas, mejorando significativamente la apariencia de los dientes, pero no el color subyacente. Algunos blanqueadores dentales en pastas dentífricas contienen una baja concentración de CP o HP que podría blanquear el diente uno o dos tonos (Llena et al. 2016).

La tecnología de doble cámara permite que el peróxido de hidrógeno se incluya en el dentífrico. El producto permite la adición de un 1%-3% de peróxido de hidrógeno y sólo es estable ya que están separados y se mezclan en el cepillo.

Adaptándose a una mejor comprensión de la aplicación de la ciencia del color, la covarina azul se incorpora dentro de la pasta de dientes de sílice haciendo que el diente sea sensiblemente más blanco (Joiner 2009; Joshi 2016).

3.8.3. - TÉCNICA DE BLANQUEAMIENTO EN CONSULTA (IN-OFFICE)

Esta técnica se realiza en clínica y es conocida como in-office, de consulta o profesional. Se utilizan altas concentraciones de peróxido de hidrógeno, principalmente entre un 25%, y un 40% y pueden ser activados o no con luz o calor (Auschill et al. 2005). También puede utilizarse peróxido de carbamida en concentraciones del 30% aplicado en férulas previamente diseñadas de igual forma que en los tratamientos domiciliarios. Es el llamado blanqueamiento de sala de espera. Los sistemas de blanqueamiento en consulta pueden producir resultados más rápidos en comparación con la técnica domiciliaria.

El peróxido de hidrógeno puede ser activado con luz o calor con el fin de acelerar el proceso de oxidación y liberación de radicales libres. Se ha intentado la activación por ultrasonidos pero con resultados poco eficaces por lo que dicha

técnica se ha desechado (Rodrigo Gómez & Oteo Calatayud 2010). Por este motivo, desde finales de los años 70, las lámparas de fotopolimerización han sido utilizadas como fuente de activación para acelerar el proceso de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno.

3.9.- EFECTOS DE LA TÉCNICA DE BLANQUEAMIENTO DENTAL

3.9.1.-EFECTOS SOBRE LOS TEJIDOS BLANDOS

Las concentraciones altas de los agentes de blanqueamiento pueden producir fácilmente procesos de oxidación de los tejidos blandos, éstos se vuelven isquémicos y adoptan un color blanquecino (Barghi & Morgan 1997).

En general, estos procesos son reversibles, sin consecuencias a largo plazo si la exposición al material de blanqueamiento es limitada, tanto en el tiempo, como su cantidad.

Por lo tanto, es fundamental proteger los tejidos blandos para prevenir posibles lesiones. También se puede producir ésta irritación con agentes blanqueantes a bajas concentraciones (tratamiento domiciliario), probablemente por la colocación incorrecta de las férulas o bien del material de blanqueamiento en el interior de las mismas (Li 1997).

3.9.2.- EFECTOS SOBRE LA ESTRUCTURA DEL DIENTE

3.9.2.1. - Efectos sobre la morfología de la superficie del esmalte y la textura:

Numerosos estudios afirman que el blanqueamiento dental no altera la morfología de la superficie del esmalte, tan sólo aumenta la porosidad de la estructura del esmalte superficial, siendo este efecto reversible, tras finalizar el

blanqueamiento (Haywood et al. 1990; Cadenaro et al. 2010; Gurgan et al. 1997; Hunsaker & Christensen 1990; Smidt et al. 2011; Sun et al. 2011).

Titley y cols observaron un ligero aumento de la rugosidad de la superficie del esmalte, mientras que Hunsaker y Gurgan (Gurgan et al. 1997; Hunsaker & Christensen 1990), afirmaron que no existía ninguna modificación de la rugosidad superficial.

Mediante microscopía de fuerza atómica, Hegedüs et al. (Hegedüs et al. 1999) observaron cambios en la superficie del esmalte 28 horas después del tratamiento de blanqueamiento con peróxido de carbamida al 10% y con peróxido de hidrógeno al 30%. Encontraron que la superficie de la muestra se volvió más irregular y porosa.

Bitter realizó dos estudios: en el primero examinó los efectos de los agentes blanqueantes sobre la superficie del esmalte mediante microscopía electrónica de barrido, comparándolo dicho esmalte con otro que no había sido sometido a blanqueamiento, y concluyó que la superficie tratada mostró un aumento de porosidad, 30 horas después del tratamiento (Bitter 1992). En el segundo estudio pretendía evaluar los efectos del blanqueamiento dental a corto y largo plazo sobre la superficie del esmalte mediante microscopía electrónica. En este estudio, encontró que tras 14 días de blanqueamiento, se producía la exposición de los prismas del esmalte.

Sin embargo, el estudio carecía de controles adecuados, los pacientes no siguieron unas normas de higiene oral correctas y los dientes que se blanquearon estaban programados para su exodoncia. Además, se utilizó 35% de peróxido de carbamida, que no es aceptable ya que se considera que es demasiado alto para el blanqueamiento domiciliario de dientes vitales (NC, Bitter 1998).

Finalmente, Sa et al. demostraron que los agentes de blanqueamiento utilizados en clínica con bajos valores de pH podían inducir alteraciones en la morfología de la estructura superficial del esmalte pero gracias a la presencia de la saliva se podría eliminar el efecto de desmineralización causada por la bajada de pH (Araujo et al. 2010).

3.9.2.2. - Efectos sobre la dureza de la superficie del esmalte y resistencia al desgaste:

La dureza superficial del esmalte y la resistencia al desgaste después del tratamiento de blanqueamiento, también han sido ampliamente investigadas.

Algunos estudios (Potocnik et al. 2000; Sasaki et al. 2009; de Arruda et al. 2012) no mostraron efectos sobre la superficie del esmalte ni sobre la resistencia al desgaste tras el blanqueamiento dental, mientras que otros (Efeoglu et al. 2005) estudiaron el efecto de los agentes de blanqueamiento de uso domiciliario que contenían peróxido de carbamida al 10% y peróxido de hidrógeno al 7,5% concluyendo que estos agentes blanqueantes podían cambiar la micromorfología superficial del esmalte, pero no producir cambios en la microdureza del mismo.

Además, Arruda et al. estudiaron la microdureza y la histomorfología del esmalte bovino después de utilizar peróxido de hidrógeno al 35%. Se concluyó que el uso de peróxido de hidrógeno al 35% no disminuía la dureza del esmalte y que se producían cambios histomorfológicos en aquellas superficies de esmalte que previamente habían estado expuestas a caries (de Arruda et al. 2012).

3.9.2.3. - Efectos sobre la composición química del esmalte:

En cuanto al efecto del blanqueamiento dental en la composición química del esmalte, existen muchos estudios que tratan de medir los cambios en los elementos constitutivos del esmalte para determinar si existe o no, alteración en los mismos.

Efeoglu et al. utilizaron la tomografía micro-computarizada para evaluar el efecto del peróxido de carbamida al 10% en el esmalte. Los resultados indicaron que se producía una desmineralización del mismo y, por lo tanto, recomendaron que la aplicación de agentes de blanqueamiento debía ser cuidadosamente considerada en pacientes susceptibles a caries y con desgaste dental (Efeoglu et al. 2005).

En otros dos estudios, de Rotstein et al. y Tezel et al., demostraron que los agentes de blanqueamiento provocan una pérdida significativa de calcio en la superficie del esmalte (Rotstein et al. 1996; Tezel et al. 2007).

En un estudio más reciente, Cakir et al. concluyeron que la utilización del peróxido de carbamida al 10%, 20% y 35% no producía cambios significativos en la composición química del esmalte (Cakir et al. 2011).

Sin embargo, Goo et al. demostraron que se producía pérdida de mineral debido al blanqueamiento dental, pero que no suponía una amenaza para los dientes, debido al “efecto buffer” de la saliva (Goo et al. 2004).

Además, Lee et al. observaron que la cantidad de calcio perdido después de 12 horas de tratamiento de blanqueamiento fue similar a la que se perdía en aquellos dientes expuestos a un refresco ácido durante unos pocos minutos. Estos estudios concluyeron que los cambios en la composición química del esmalte eran leves y sin relevancia clínica (K. H. Lee et al. 2006).

4. JUSTIFICACIÓN

El blanqueamiento dental es hoy en día uno de los tratamientos de Odontología Estética más demandados en la práctica diaria de un odontólogo. Las empresas comerciales continúan fabricando nuevos productos y sistemas para facilitar el proceso de blanqueamiento dental, provocando una gran oferta de productos frente a los cuales, es difícil organizarse o tener los conceptos del blanqueamiento claros. Los protocolos de blanqueamiento dental, no están suficientemente revisados y contrastados, y cada profesional elije arbitrariamente (o basándose en su experiencia) el agente químico blanqueador que utilizará el paciente, las horas de aplicación o los días que durará el tratamiento sin una base científica fiable y homogénea que revisar en la literatura.

Una incorrecta utilización del blanqueamiento dental, puede llevar al paciente a padecer sensibilidad, un mayor costo en el tratamiento y una menor efectividad del mismo, así como una pérdida de tiempo y de productos para el profesional y unos resultados, a veces insatisfactorios.

Hoy en día, todos los pacientes desean y en parte necesitan (Qualtrough & Burke 1994) tener una sonrisa lo más atractiva posible, y es por ello que el tratamiento de blanqueamiento dental es de vital importancia en muchos de los tratamientos odontológicos. En caso de rehabilitar sectores anteriores, en tratamientos irreversibles y definitivos, es deseable tener un sustrato lo más claro posible, que facilitará a los odontólogos ser conservadores a la hora de preparar los dientes, por no tener que enmascarar colores oscuros, y finalizar las restauraciones con un tono que se integre con los dientes de nuestros pacientes, que de haber conseguido un blanqueamiento exitoso, serán blancos y atractivos.

Por todo ello, es de vital importancia la creación de protocolos en el tratamiento de blanqueamiento domiciliario, para que todos los profesionales actúen de la misma manera, en base a estudios, como el que aquí se propone.

5. HIPÓTESIS

En el presente trabajo de investigación se plantearon las siguientes hipótesis nulas (Ho):

1. A nivel clínico, el tratamiento dental con peróxido de carbamida al 16% es igual de efectivo que el tratamiento con peróxido de hidrógeno al 6%.
2. A nivel clínico, aplicar el blanqueamiento dental todos los días es igual de efectivo que aplicarlo en días alternos.
3. A nivel clínico, aplicar el blanqueamiento dental dos semanas consecutivas produce el mismo efecto que aplicarlo cuatro semanas consecutivas.
4. A nivel clínico, aplicar el blanqueamiento dental todos los días produce la misma sensibilidad dental que aplicarlo en días alternos.

6. OBJETIVOS

Para la comprobación de las hipótesis nulas (H_0), se plantearon los siguientes objetivos generales y específicos:

Objetivos generales:

3. Evaluar clínicamente la eficacia de dos productos para realizar un tratamiento de blanqueamiento dental y compararla entre ambos: peróxido de carbamida al 16% y peróxido de hidrógeno al 6%.
4. Evaluar qué protocolo de aplicación resulta más eficiente en nuestra práctica diaria, aplicar el gel cada veinticuatro horas o aplicarlo cada cuarenta y ocho horas.

Objetivos específicos:

6. Evaluar clínicamente la progresión de cambio de color diario que se consigue entre los productos peróxido de carbamida al 16% y peróxido de hidrógeno al 6% en tratamientos de blanqueamiento domiciliario.
7. Evaluar clínicamente la progresión de cambio de color diario que se consigue entre los protocolos de veinticuatro horas y de cuarenta y ocho horas en tratamientos de blanqueamiento domiciliario.
8. Comparar si la eficacia clínica al aplicar dos semanas seguidas el blanqueamiento dental es igual que aplicarlo cuatro semanas seguidas.

9. Evaluar el nivel de sensibilidad que se produce entre los dos productos: peróxido de carbamida y peróxido de hidrógeno y comparar los resultados .

10. Evaluar el nivel de sensibilidad que se produce entre los dos protocolos de veinticuatro y cuarenta y ocho horas.

7. MATERIAL Y MÉTODO

7.1. SELECCIÓN DE LA MUESTRA '

La muestra empleada en este estudio fueron los dientes anterosuperiores de canino a canino de los participantes (Figura 2).

Todos los participantes fueron seleccionados en la clínica del Magíster en Odontología Estética, entre el alumnado, personal docente o de administración y servicios de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid (U.C.M).



Figura 2. Detalle de la muestra empleada

7.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN/EXCLUSIÓN

Los criterios de inclusión para los sujetos del estudio son:

- Pacientes mayores de 18 años de edad.
- Pacientes menores de 40 años de edad.
- Pacientes con un color A2 o más oscuro de la Guía Vita® clásica ordenada por valor en los dientes de estudio.
- Presencia de los dientes: 13 (canino derecho), 12 (incisivo lateral derecho), 11 (incisivo central derecho), 21 (incisivo central izquierdo),

22 (incisivo lateral izquierdo) y 23 (canino izquierdo).

Los criterios de exclusión para los sujetos del estudio son:

- Fumadores (más de 10 cigarrillos diarios) y/o alto consumo de alcohol.
- Tener defectos de esmalte en los dientes de estudio.
- Tener fisuras o fracturas en los dientes de estudio.
- Ausencia de alguno de los dientes de estudio.
- Presencia de restauraciones en alguno de los dientes de estudio.
- Individuos con alteraciones sistémicas conocidas.
- Pacientes portadores de ortodoncia.
- Presencia de erosiones cervicales en alguno de los dientes de estudio.
- Presencia de recesiones gingivales en alguno de los dientes de estudio.
- Historial de sensibilidades severas.
- Tinciones internas por tetraciclinas.
- Mujeres embarazadas o en periodo de lactancia.
- Pacientes que ya hayan participado en otros estudios de blanqueamiento.
- Pacientes que se hayan realizado un blanqueamiento dental en el último año.
- Pacientes con alergias conocidas a cualquiera de los componentes del producto.

Todos los participantes que cumplían los criterios de inclusión fueron debidamente informados, tanto verbalmente como por escrito del estudio y su procedimiento, así como de los posibles efectos secundarios que pudieran darse mientras durase el estudio. Una vez conformes, cada participante firmaba un consentimiento informado siguiendo los preceptos éticos formulados en la

Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos (Aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Clínico San Carlos en su Informe Dictamen Protocolo Favorable C.I. 15/048-E) (Ver en Anexos).

7.3. PRIMERA CITA Y RECOGIDA DE DATOS

El primer día, al paciente se le realizaron las siguientes intervenciones:

7.3.1. Registro fotográfico inicial:

Se tomaron una serie de fotografías protocolizadas en modo manual a todos los pacientes en su primer día de tratamiento para así poder tener una comparativa visual inicial, que más tarde nos serviría también para poder medir el color en el ordenador en caso de ser necesario (Figura 3).

Para dichas fotografías se utilizó una cámara CANON EOS 650D, con un objetivo Macro Canon EF 100mm f/2.8 Macro USM y un flash anular Canon Macro Ring Lite MR-14EX II.

Se realizaron:

- Foto frontal y lateral sonrisa escala 1:2
- Foto arcadas frontal y lateral sin ocluir escala 1:2
- Foto dientes frontal y lateral escala 1:1 con fondo negro
- Foto arcadas frontal y lateral sin ocluir escala 1:2 con guía de color
- Foto dientes frontal y lateral escala 1:1 con fondo negro con guía de color

- La velocidad de obturación: 1/125.
- La ISO: 200.
- El balance de blancos: modo flash.
- El flash: modo manual con la potencia a ¼.
- La apertura de diafragma: F20 para las fotos 1:2 y de F29 para las fotos 1:1
- Las fotografías se guardaron en JPG y RAW.





Figura 3. Fotografías realizadas previas al tratamiento

7.3.2. Férulas de posicionamiento y de blanqueamiento:

Se tomaron unos registros de alginato Hydrogum 5® (Zhermack Via Bovazecchino, 100 - 45021 Badia Polesin Italy) de ambas arcadas a cada paciente, y se vaciaron posteriormente en escayola Elite Rock® (Zhermack Via Bovazecchino, 100 - 45021 Badia Polesin Italy) (Figura 5).

Una vez obtenidos los modelos de los pacientes, pasamos a realizar la férula de posicionamiento.

Dicha férula se confeccionó con una plancha semirrígida de acetato de 3 mm de grosor Dentaflux® (Algete, Madrid, España), con la máquina de termo-vacío tipo vacuum Easy vac® (Select Dental Manufacturing Company 88-90 Allen Blvd. Farmingdale, NY 11735) (Figura 4).



Figura 4. Máquina de termovaciado

Sobre esta férula, se realizaron unos orificios de 5 x 5 mm de diámetro en el tercio medio de cada diente que sirvieron para posicionar siempre en el mismo área del diente el cabezal del espectrofotómetro (Figura 6).

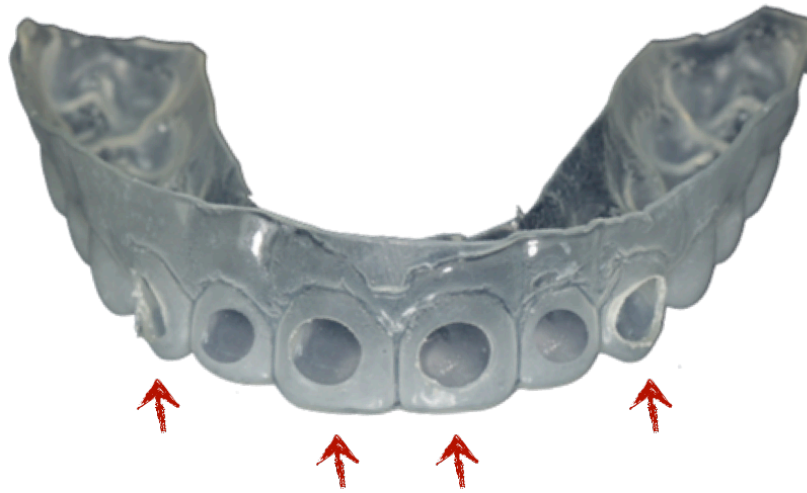


Figura 5. Férula de posicionamiento

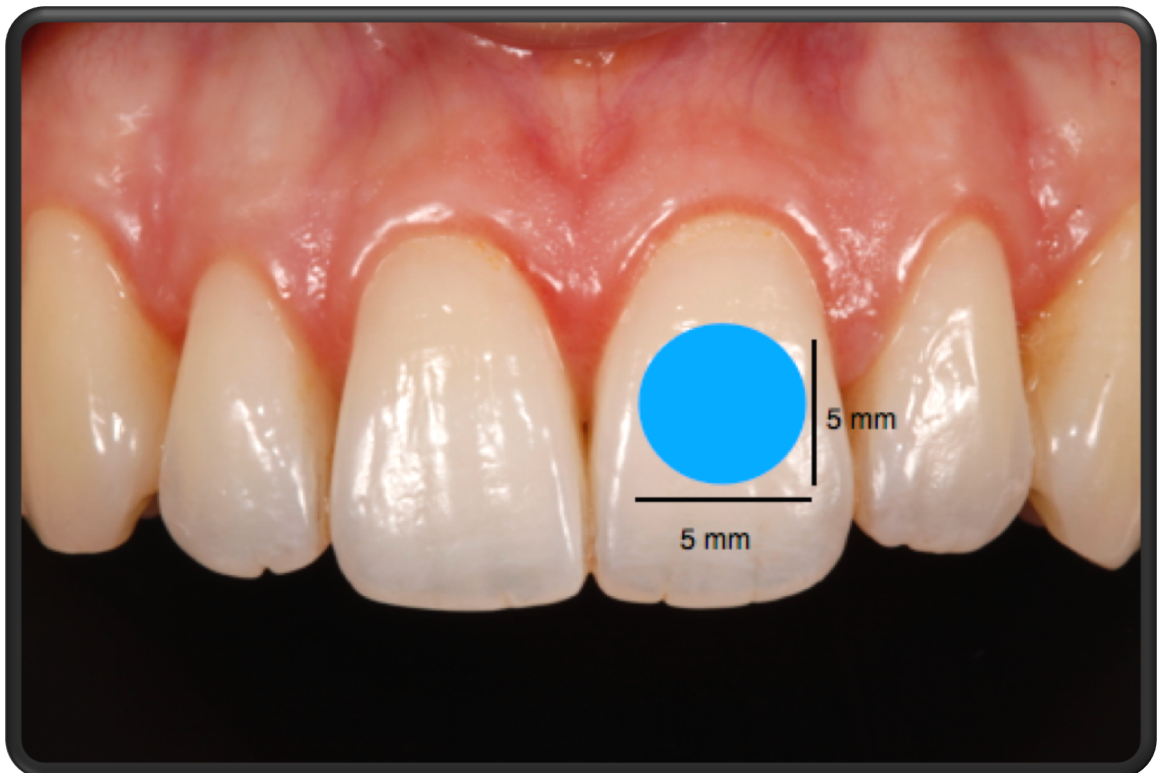


Figura 6. Representación del tercio dentario medido en el estudio

Sobre esos mismos modelos de escayola se fabricaron unas férulas termoplásticas de 0,9 mm de grosor Dentaflux® (Algete, Madrid, España) individualizadas para cada paciente y para cada arcada y adaptadas a sus dientes para que pudiesen albergar el agente blanqueante durante el tiempo de tratamiento.

7.3.3. Primera toma de color:

Se realizó una evaluación previa al tratamiento para determinar el tono real de los seis dientes a tratar: incisivos centrales, incisivos laterales y caninos superiores derechos e izquierdos.

Las coordenadas del color se midieron según el sistema CIELAB (**CIE 1976 L*a*b***)(CIE 1978).

El CIE L*a*b* (CIELAB) es el modelo cromático utilizado normalmente para describir todos los colores que puede percibir el ojo humano. Fue desarrollado específicamente con este propósito por la Commission Internationale d'Eclairage (Comisión Internacional de la Iluminación), razón por la cual se abrevia CIE. Los asteriscos (*) que siguen a cada letra forman parte del nombre, ya que representan L*, a* y b*, de L, a y b.

Los tres ejes representan: la luminosidad de color o L (L=0 indica negro y L=100 indica blanco), el rojo o verde, o a (valores negativos indican verde mientras que los valores positivos indican rojo) y su posición entre amarillo y azul o b (valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo).

El modelo de color Lab es tridimensional y sólo puede ser representado adecuadamente en un espacio tridimensional.

La esfera de Munsell es una buena representación de este sistema, siendo el eje L, dentro de esta esfera tridimensional, la luminosidad, el eje a, el verde y rojo y el eje b el amarillo y azul (Figura 7).

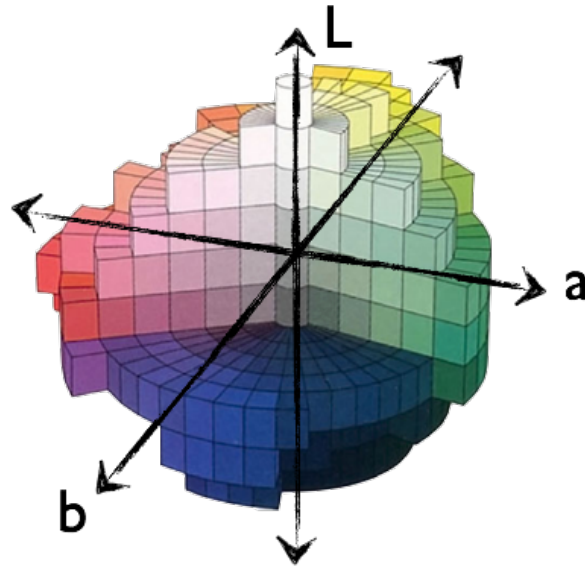


Figura 7. Esfera de Munsell.

Para la obtención del valor Lab de los dientes, se utilizó el espectrofotómetro Vita Easy-Shade Compact® (VITA) (Figura 8). Es un espectrofotómetro inalámbrico de pequeño tamaño, portátil, económico y de bajo consumo que proporciona la información necesaria para ayudar en el proceso de análisis de color.



Figura 8. Espectrofotómetro Easyshade®

Altura/ Anchura/ Profundidad	15,9cm/ 17,2cm/ 10,8cm
Peso	511gramos
Batería	Batería recargable de ion litio
Fuente de luz	LED blanco de alta potencia
Conexión	Utilizar exclusivamente con la fuente de alimentación autorizada VITA, Referencia D46002
Clasificaciones	UL 60601-1 Aparato de clase II
Grado de protección	Tipo B IPXO Este apartado no está indicado para el uso con aplicación de narcótico inflamable con aire o gas de la risa
Intervalo de temperatura	De 15°C a 40°C

Tabla 2. Características del espectrofotómetro Easyshade®.

En el espectrofotómetro, un prisma dispersa luz blanca desde un filamento de tungsteno y sale un espectro de bandas de longitud de onda de entre 5 y 20 nm (Berns 2000) (Figura 9).

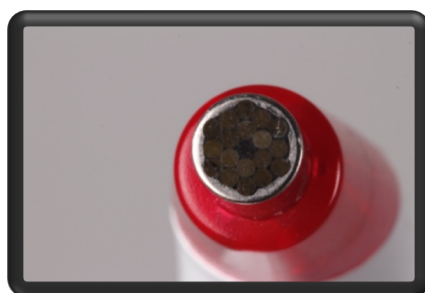


Figura 9. Detalle del cabezal de la Easyshade®

Dispone de diferentes modos de medición: modo de diente único, modo de área del diente (tonos cervicales, medios e incisales), verificación del color de la restauración (incluye ligereza, cromatografía y comparación de tonos) y modo de sombreado (modo práctica / entrenamiento) (Chu et al. 2010; Bernardon et al. 2010; Karadas & Duymus 2015).

La Easyshade® mide la cantidad de energía luminosa reflejada en un objeto en intervalos de 25 nm a través del espectro visible (Khurana et al. 2007; Kielbassa et al. 2009) y exporta la información del color a través del protocolo de la comisión internacional de la iluminación (CIE) que describe todos los colores visibles (Lehmann et al. 2012).

Previamente a cada toma de color, el espectrofotómetro se calibró en su base, siguiendo las instrucciones del fabricante y se realizaron tres tomas de color de cada uno de los dientes, asegurándose de que al menos dos de ellas eran iguales (aceptando discrepancias de hasta 2 unidades entre mediciones).

Se posicionó al participante sentado y con la cabeza estabilizada contra el apoyacabezas, siempre en el mismo gabinete dental.

Para eliminar la saliva, se aplicó aire a una distancia de 15 centímetros con la jeringa del equipo de agua y aire sobre la encía y el esmalte del diente durante solo 3 segundos para evitar su deshidratación y se colocó la férula de posicionamiento (Figura 10).

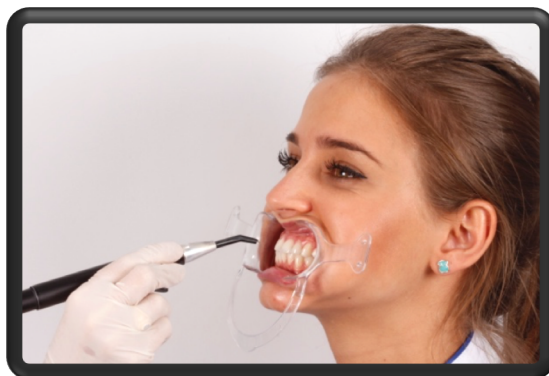


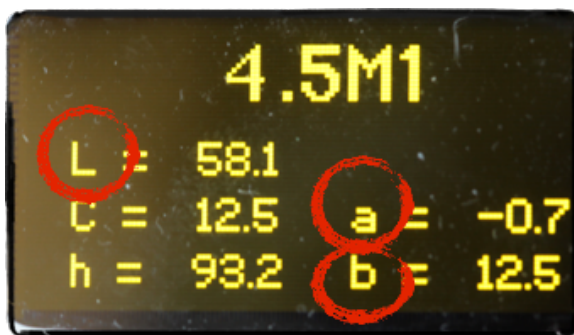
Figura 10. Aplicación de aire para secar los tejidos

Para las mediciones de color durante el estudio, se utilizó el modo “tooth single”, diseñado para medir los dientes tan solo en su tercio medio, encajando siempre el cabezal del espectrofotómetro en la férula de posicionamiento adaptada a los dientes del participante, en un gabinete con luz tenue que no afecte a las mediciones.

Una vez medido el color con el espectrofotómetro se obtuvieron los datos Lab de cada diente a evaluar, que aparecen en la pantalla del espectrofotómetro de la siguiente manera (Figuras 11 Y 12).



Figuras 11 y 12. Calibración y medición con el espectrofotómetro



Figuras 13 y 14. Datos obtenidos en la pantalla del espectrofotómetro

Los datos obtenidos, han de interpretarse de la siguiente manera:

- El eje a, que representa el rojo y el verde siempre tenderá a 0 en los dientes humanos, y no variará durante el tratamiento, ya que los dientes no son ni rojos, ni son verdes.
- El eje b, comenzará siempre en un valor positivo, de aproximadamente 20 puntos, lo cual indicará que el diente tiende al amarillo, pero conforme el blanqueamiento surja efecto irá descendiendo hasta la cifra de 10 aproximadamente.
- El eje L, en cambio, comenzará con valores bajos, de 60 o 70, e irá ascendiendo conforme el diente gane luminosidad y color blanco, hasta alcanzar unos 80 o 90 puntos.

La diferencia de color entre una medición y otra se calculó mediante la fórmula euclidiana de la diferencia entre dos puntos en el espacio, comúnmente denominada, ΔE .

Diferencia de color entre dos objetos

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_0)^2 + (a_1 - a_0)^2 + (b_1 - b_0)^2}$$

ΔE^* Representa la magnitud de la diferencia de color, pero no indica la dirección en los ejes de coordenadas.

Tanto los datos de Lab como los del ΔE fueron recogidos en unas tablas de Excel que cada participante guardaba en su ficha (Figura 15) (ver tabla completa en anexos).

PACIENTE: X																
DIENTE	1 INICIO			1 DIA			ΔE 1			2 DIA			ΔE 2			
11	L	a	b	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	7,59	L	a	b	ΔL	Δa	Δb
	78,7	-2,1	17,5	81,6	-2,6	10,5	2,90	-0,50	-7,00		82,4	-3,1	9,5	3,70	-1,00	-8,00
12	L	a	b	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	5,23	L	a	b	ΔL	Δa	Δb
	86,2	-1,5	15,2	87,9	-2,2	10,3	1,70	-0,70	-4,90		88,4	-2,4	10,5	2,20	-0,90	-4,70
13	L	a	b	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	7,43	L	a	b	ΔL	Δa	Δb
	78,9	0	24,5	82,1	-2	18,1	3,20	-2,00	-6,40		88,2	-1,8	15,7	9,30	-1,80	-8,80
21	L	a	b	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	5,73	L	a	b	ΔL	Δa	Δb
	80,6	-1,4	18,4	82	-2,2	12,9	1,40	-0,80	-5,50		85,1	-2,6	12,6	4,50	-1,20	-5,80
22	L	a	b	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	7,12	L	a	b	ΔL	Δa	Δb
	79,5	-1,2	18,4	80,6	-1,9	11,4	1,10	-0,70	-7,00		84,1	-2,6	11	4,60	-1,40	-7,40
23	L	a	b	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	9,22	L	a	b	ΔL	Δa	Δb
	80,5	0	26	84,4	-2,4	18	3,90	-2,40	-8,00		86,3	-3	15,7	5,80	-3,00	-10,30

Figura 15. Tabla de Excel de recogida de datos

Una vez se consiguieron las primeras tomas de color, los registros fotográficos y las férulas de cada participante, se procedió a la distribución de los mismos por grupos.

7.3.4. Distribución de los participantes por grupos

Se formaron tres grandes grupos de estudio en total:

GRUPO A: Formado por 40 sujetos. Los integrantes del grupo aplicaron el blanqueamiento dental todos los días durante 2 semanas.

Los pacientes dentro de este grupo se subdividieron a su vez en 2 grupos de 20 sujetos cada uno.

- GRUPO A1: Utilizó como gel blanqueante peróxido de carbamida al 16%.
- GRUPO A2: Utilizó como gel blanqueante peróxido de hidrógeno al 6%.

GRUPO B: Formado por 40 sujetos. Los integrantes del grupo aplicaron el blanqueamiento dental días alternos durante 4 semanas.

Los pacientes dentro de este grupo se subdividieron a su vez en 2 grupos de 20 sujetos cada grupo.

- GRUPO B1: Utilizó como gel blanqueante peróxido de carbamida al 16%.
- GRUPO B2: Utilizó como gel blanqueante peróxido de hidrógeno al 6%.

GRUPO C: Formado por 20 sujetos. Los integrantes del grupo aplicaron un gel placebo (glicerina facilitada por el fabricante) todos los días durante 2 semanas.

La asignación de los pacientes a cada grupo se realizó según la distribución de una tabla de números aleatorios fabricada por la hoja de cálculo Excel. A cada paciente según el listado, se le asoció un número por orden correlativo del 1 al 100 y, según la tabla generada por la hoja de Excel, se le asignó un tipo de tratamiento: A, B o C.

Mediante otra tabla de números aleatorios se repartió a los 80 pacientes de los grupos A y B, en dos subgrupos, 20 en A1, 20 en A2, 20 en B1 y 20 en B2.

Con los datos iniciales de color de todos los sujetos, una vez fueron distribuidos en los grupos, se verificó mediante el análisis estadístico inicial que al menos los grupos A y B cumplían una normalidad en cuanto a la distribución de las medias iniciales de Lab.

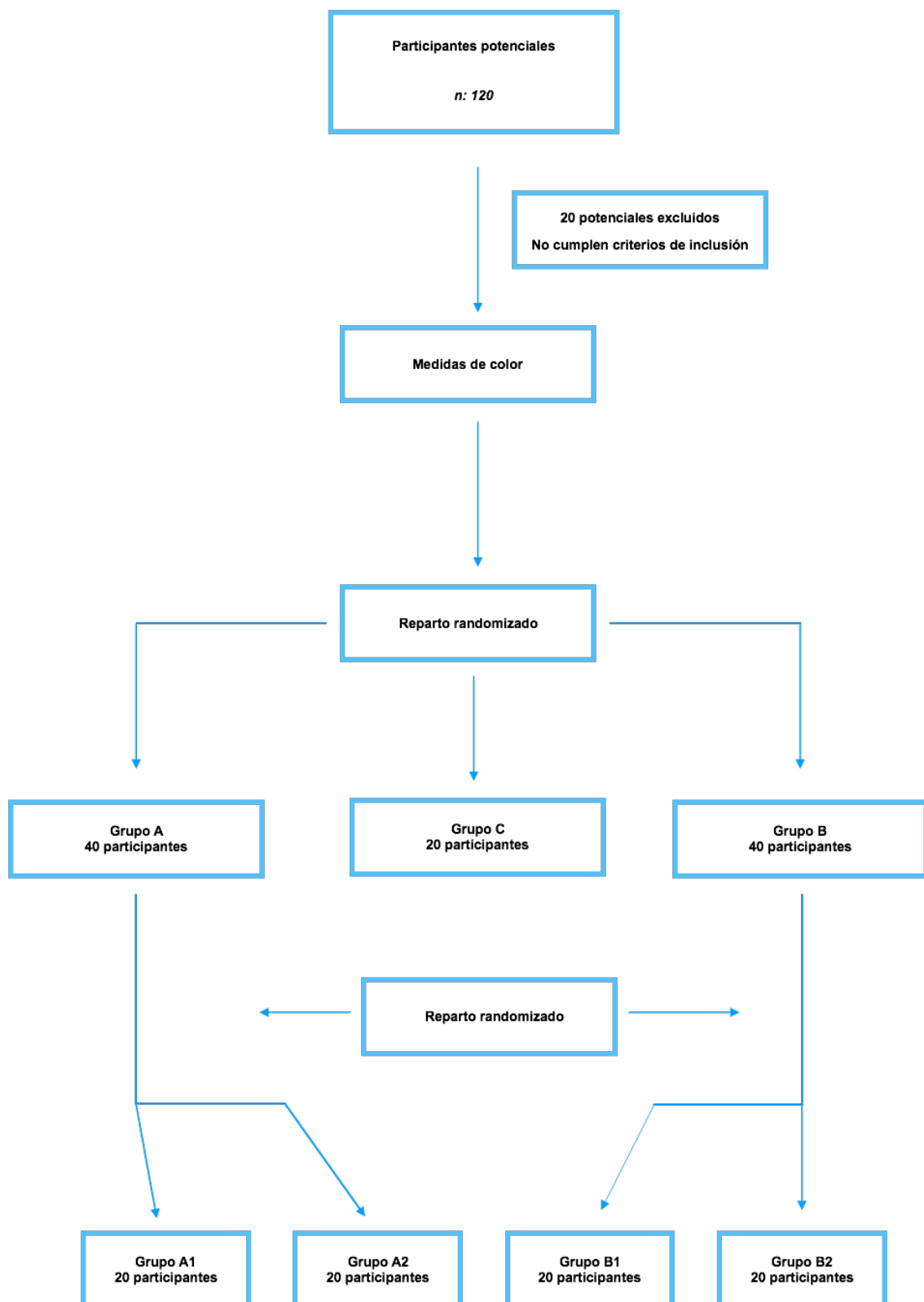


Figura 16. Flujo de trabajo

El protocolo de aplicación y medición de los diferentes grupos fue registrado en tablas y estuvo influenciado por los días no laborales, dado que dichos días no se pudo citar a los pacientes para realizar su medición de color (Tablas 3, 4, 5 y 6).

Primera semana	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Aplicación todos los días		1º Aplicación	2º Aplicación 1º medición	3º Aplicación 2º medición	4º Aplicación 3º medición	5º Aplicación 4º medición	6º Aplicación 5º medición
Aplicación en días alternos	1º Aplicación	Descanso	2º Aplicación 1º medición	Descanso	3º Aplicación 2º medición	Descanso	4º Aplicación 3º medición

Segunda semana	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Aplicación todos los días	Descanso	7º Aplicación	8º Aplicación 6º medición	9º Aplicación 7º medición	10º Aplicación 8º medición	11º Aplicación 9º medición	10 medición
Aplicación en días alternos	Descanso	5º Aplicación	Descanso	6º Aplicación 4º medición	Descanso	7º Aplicación 5º medición	Descanso

Tercera semana	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Aplicación todos los días							
Aplicación en días alternos	8º Aplicación	Descanso	9º Aplicación 6º medición	Descanso	10º Aplicación 7º medición	Descanso	11º Aplicación 8º medición

Cuarta semana	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
Aplicación todos los días						
Aplicación en días alternos	Descanso	12º Aplicación	Descanso	13º Aplicación 9º medición	Descanso	10º medición

Tablas 3, 4, 5 y 6. Organización diaria de la aplicación y registro durante el estudio

7.4 PROTOCOLO DE BLANQUEAMIENTO

Antes de iniciarse el estudio, a todos los pacientes se les proporcionó el mismo cepillo dental Vitis medio® (Dentaid. 08034 Barcelona. España) y la misma pasta de dientes Fluor-aid 250® (Dentaid. 08034 Barcelona. España) para que los utilizasen durante las dos semanas previas y mientras durase el estudio y se les realizó una higiene dental para remover posibles alteraciones extrínsecas del color que pudiesen interferir en la toma de color inicial. También se les especificaron recomendaciones para que durante ese periodo de tiempo su dieta alimentaria no contuviese ningún tipo de colorante (Watts & Addy 2001).

El producto blanqueante para la realización del estudio fue facilitado por la compañía SDI Dental Limited Block 8, St Johns Court Swords Road, Santry Dublin 9, Ireland (Figura 17).

Pola night®: Glicerina, agua, PEG-12, peróxido de carbamida al 16%, carbómero, hidróxido de sodio, aroma y fluoruro de sodio.

Pola day®: Glicerina, agua, PEG-12, peróxido de hidrógeno al 6%, carbómero, hidróxido de sodio, aroma y fluoruro de sodio.



Figura 17. Jeringas de gel para el blanqueamiento empleadas

Cada grupo recibió unas jeringas, tapadas con unos códigos, facilitados por el fabricante, que indicaban a qué grupo pertenecían, A1, A2, B1, B2 o C. Dichos códigos se mantuvieron hasta el final del estudio, de modo que ni operador ni paciente sabrían que gel aplicaba cada grupo, quedando el estudio enmascarado a doble ciego.

A cada participante se le entregaron dos jeringas, y conforme las fuesen utilizando las irían devolviendo al investigador para su almacenamiento y verificación de un correcto uso. Tras observar que estuviesen vacías y correctamente aplicadas, se les entregaría otra, de modo que siempre tuviesen una jeringa de más por si algo ocurriera.

El protocolo general de blanqueamiento fue el mismo para todos los grupos:

Los sujetos se colocaron las férulas 3 horas al día, justo en la franja entre que cenaban y se dormían, y si no podían hacerlo en ese periodo de tiempo, buscaban otro periodo similar, y lo comunicaban al investigador al día siguiente.

Tras cepillarse los dientes con el cepillo y la pasta facilitados, aplicaban el gel en las férulas, poniendo una gota con un tamaño el doble de diámetro de la salida de la boquilla en la cara vestibular interna de la férula, y se ponían las férulas en la arcada correspondiente.

Al retirarlas, se enjuagaban y lavaban las férulas con agua. Se les pidió que no comieran nada durante las siguientes tres horas, pudiendo tan solo beber agua.

- Todos los participantes del grupo A y del grupo C se aplicaron el blanqueamiento diariamente, y vinieron a la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid todos los días durante dos semanas para realizar un registro del color.

- Todos los participantes del grupo B se aplicaron el blanqueamiento días alternos, y vinieron a la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid días alternos durante cuatro semanas para realizar un registro del color.

Cada nueva toma de color fue registrada en la tabla de Excel del participante, proporcionando así su ΔE diario durante todo el tratamiento.

También se anotó el grado de sensibilidad que habían tenido los participantes durante el tratamiento. Dicho grado se midió mediante una escala numérica, en la que 0 se correspondía con ausencia total de sensibilidad y 4 con una sensibilidad que obligase a la retirada del producto y suspensión del tratamiento.

Para una mayor colaboración por parte de los sujetos, se les informó a todos que observando la cantidad de gel restante en las jeringas y con las mediciones del color, el investigador podría saber si realizaban correctamente su tratamiento, y de no ser así quedarían expulsados del estudio. Esto nos permitía controlar el sesgo humano, concienciando a los participantes de la importancia de cumplir las condiciones exigidas a cambio de participar en este estudio.

7.5. REGISTROS FINALES

El último día de tratamiento se tomaron las últimas medidas de color, y una vez verificado que el tratamiento había sido realizado correctamente y que todos los datos, tanto de sensibilidad como de Lab se habían registrado y la ficha estaba completa, se realizaron las fotografías finales utilizando el mismo protocolo que en las iniciales (Figura 18).

Al finalizar el estudio, y tras observar qué grupo había aplicado el placebo, a los 20 participantes de dicho grupo se les entregó peróxido de carbamida al 16% durante otras dos semanas para que se realizasen un blanqueamiento dental domiciliario.





Figura 18. Fotografías realizadas posteriores al tratamiento

7.6. Análisis estadístico

La estadística descriptiva/deductiva se utiliza para la recogida y simplificación de los datos obtenidos, que nos ayuda a resumir la información recopilada en unos pocos valores numéricos. Para conocer con detalle un conjunto de datos, no basta con conocer las medidas de tendencia central, sino que necesitamos conocer también la desviación que presentan los datos en su distribución respecto de la media aritmética de dicha distribución, con objeto de tener una visión de los mismos más acorde con la realidad, en el momento de describirlos e interpretarlos para la toma de decisiones. Por ello, hemos empleado la Media, como medida de centralización, y la Desviación típica, como medida de dispersión (incluyendo intervalos de confianza del 95%). Todo ello para cada parámetro de color medido, tanto de los grupos experimentales, como del grupo control.

Se realizó una prueba de potencia para una diferencia de medias de 2.0 y una desviación estándar de cambio de 2.6. Con un tamaño de muestra de 100 pacientes el poder fue de 0.8 (SamplePower version 2.0).

Antes de comenzar el análisis se realizó un estudio en profundidad de los datos, observando el comportamiento de los mismos, comprobando si cumplían hipótesis importantes que nos marcaran el resto del estudio, así como adecuarlos y simplificarlos de tal forma que pudiésemos trabajar de forma cómoda y rigurosa sobre ellos.

Se mostraron también distintas medidas de interés para el investigador, como podrían ser medias o varianzas de las distintas muestras a través de tablas que mostrasen los valores descriptivos de las distintas variables, además de visualizar de forma gráfica el comportamiento de los datos para así intentar tratarlos de la forma más rigurosa posible.

Tamaño de muestra: Se dispuso de un tamaño de muestra de $n=100$ sujetos iniciales, 75 mujeres y 25 hombres.

Los participantes fueron repartidos en los cinco grupos mediante tablas de Excel de números aleatorios de la siguiente forma:

- Grupo A1: 20 pacientes tratados con peróxido de carbamida durante 2 semanas.
- Grupo A2: 20 pacientes tratados con peróxido de hidrógeno durante 2 semanas.
- Grupo B1: 20 pacientes tratados con peróxido de carbamida durante 4 semanas.
- Grupo B2: 20 pacientes tratados con peróxido de hidrógeno durante 4 semanas.
- Grupo Placebo: 20 pacientes con placebo durante 2 semanas.

De acuerdo con los objetivos propuestos y en base al tipo de variables, se realizaron técnicas de análisis estadístico.

Todas las mediciones realizadas fueron transcritas en una hoja de cálculo de Excel, Microsoft® Excel® 2011 para Mac, versión 14.2.3 (© 2010 Microsoft Corporation).

Se empleó el software SPSS® para Windows versión 22.0 (© Copyright IBM), en español, para el tratamiento estadístico de los datos.

Se utilizaron distintas técnicas estadísticas como los contrastes de hipótesis para pruebas de normalidad o pruebas de homogeneidad de varianzas (Shapiro-Wilk) para decidir si se realizarían test paramétricos o no paramétricos a la hora de analizar los datos obtenidos.

El test paramétrico que se utilizó para las variables que cumplían el test de normalidad, fue la t de Student para muestras independientes. Se fijó el nivel de confianza en un 95% (nivel de significación de $p \leq 0,05$).

El test no paramétrico que se utilizó para las variables que no cumplían el test de normalidad, fue el test de Wilcoxon. Se fijó el nivel de confianza en un 95%.

8. RESULTADOS

Todos los datos recogidos durante el estudio se registraron en tablas de Excel que automáticamente calculaban el ΔE diario de los participantes a raíz de los datos de $L^*a^*b^*$ recopilados.

Con los resultados del ΔE de todos los pacientes, se calculó la media de los 20 sujetos de cada grupo en su día inicial y en su día final para poder hacer comparativas entre ambos grupos.

En la tabla 7 se muestran los datos descriptivos para las medias de ΔE de las mediciones del maxilar superior (de canino a canino) de los pacientes a estudio, en función de los grupos, así como del día del blanqueamiento, inicial y final.

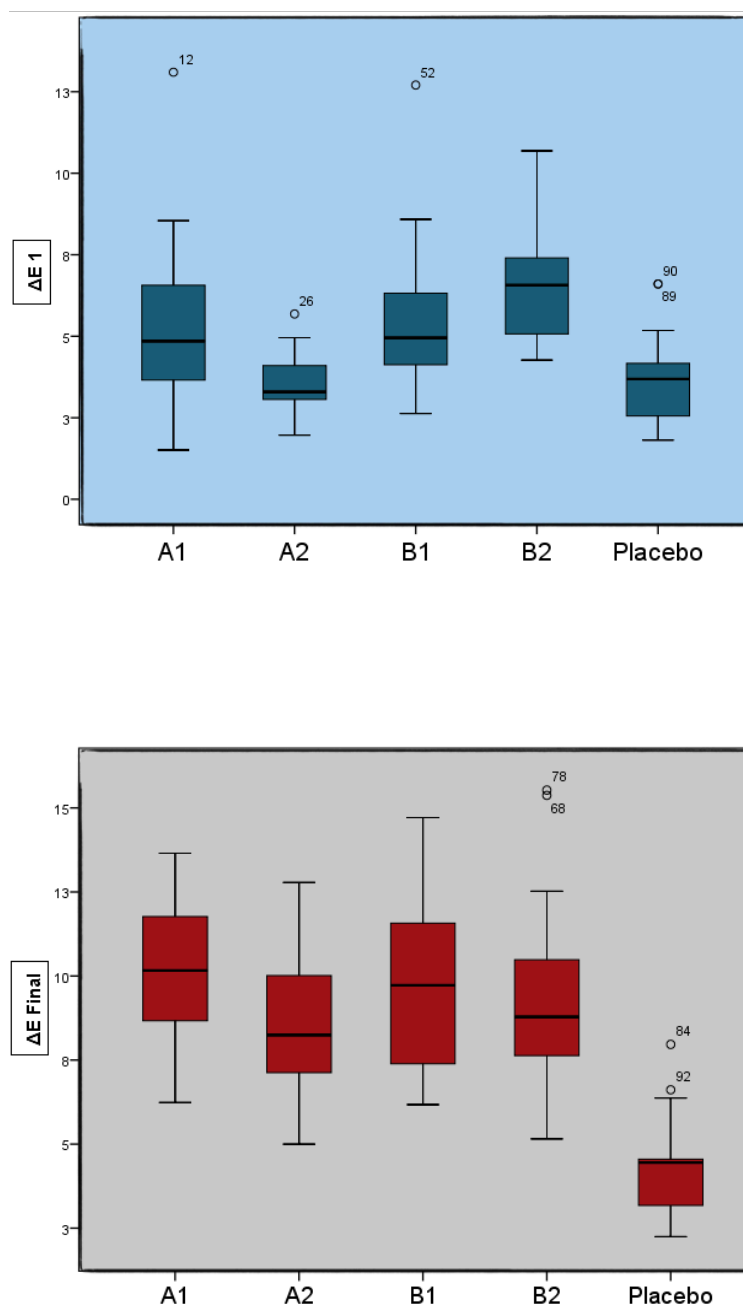
Muchos son los valores descriptivos que se muestran en la tabla 7, aunque el enfoque de este estudio será interpretar las medias, ya que es el dato estadístico que mayor información nos aporta.

Descriptivos inicial y final

	ΔE inicial					ΔE final				
	A1	A2	B1	B2	Placebo	A1	A2	B1	B2	Placebo
Media	5,307	3,492	5,506	6,494	3,678	10,114	8,484	9,797	9,413	4,31
Mediana	4,85	3,29	4,952	6,567	3,688	10,164	8,246	9,725	8,783	4,45
Varianza	7,095	0,906	5,435	3,332	1,761	3,706	4,142	5,413	7,765	2,509
Desv. tip.	2,664	0,952	2,331	1,825	1,327	1,925	2,035	2,327	2,787	1,584
Mínimo	1,509	1,968	2,631	4,27	1,812	6,237	4,998	6,173	5,154	2,25
Máximo	13,098	5,684	12,704	10,686	6,603	13,653	12,785	14,712	15,531	7,965
Rango	11,589	3,716	10,073	6,416	4,791	7,416	7,786	8,539	10,377	5,715
Amplitud	2,933	1,04	2,283	2,391	1,612	3,157	2,951	4,266	2,926	1,383
Asimetría	1,218	0,443	1,667	1,075	0,909	0,014	0,385	0,283	0,868	0,584
Curtosis	2,665	0,349	3,79	1,007	0,598	0,579	0,423	0,545	0,527	0,077

Tabla 7. Valores descriptivos iniciales y finales de todos los grupos

Mediante los gráficos descriptivos expuestos a continuación en las figuras 19 y 20 se muestra la información resumida y visual de los datos reflejados en la tabla anterior.



Figuras 19 y 20. Boxplot de los valores descriptivos iniciales y finales de todos los grupos

Los resultados de la tabla 8 asumen la normalidad de las variables a estudio, dado que el nivel de significación estándar 0,05 es menor que el nivel de significación de la prueba, salvo para el placebo del grupo final.

Pruebas de normalidad

Grupo		Estadístico	gl	significación
ΔE Inicial	A1	,118	20	,200
	A2	,163	20	,172
	B1	,166	20	,152
	B2	,154	20	,200
	Placebo	,170	20	,133
ΔE Final	A1	,154	20	,200
	A2	,137	20	,200
	B1	,145	20	,200
	B2	,150	20	,200
	Placebo	,240	20	,004

Tabla 8. Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk de todos los grupos en situación inicial y final

Homogeneidad inicial

Cuando se realizó el reparto de los participantes por grupos, aunque el estudio fue randomizado, se quiso tener constancia de una homogeneidad inicial de valores de L en cada grupo, para evitar una acumulación de dientes más bajos de valor en uno de los grupos, pudiendo sesgar el estudio.

En la tabla descriptiva 9 podemos observar la media de los valores de L* de cada grupo al inicio del estudio. Junto a su información de media, se analizaron otros datos de interés, como las desviaciones, mínimos, máximos, rangos, etc.

	Descriptivos Lab inicial				
	A1	A2	B1	B2	Placebo
Media	76,695	77,72	76,73	73,69	77,1
Mediana	77,55	78,65	77,8	76,20	76,6
Varianza	13,329	27,02	21,05	23,84	15,02
Desv. tip.	3,65	5,19	4,58	5,838	3,87
Mínimo	69,200	65,80	65,800	68,900	72,50
Máximo	83,300	87,50	82,000	85,800	89,20
Rango	14,100	21,70	16,200	16,900	16,70
Amplitud	4,725	4,400	8,275	8,150	3,175
Asimetría	-0,485	-0,96	-0,839	-0,934	-0,747
Curtosis	0,094	1,392	-0,177	1,6743	2,068

Tabla 9. Media inicial de valores L de todos los grupos

Observando los resultados de la tabla 10 que se muestra a continuación, se puede concluir que la muestra inicial analizada no se comporta de forma normal.

El test de Shapiro-Wilk determina que todos los grupos salvo el A1 tienen una significación menor de 0,05.

Grupo		Estadístico	gl	significación
Lab inicial	A1	,956	20	,468
	A2	,890	20	,027
	B1	,888	20	,024
	B2	,492	20	,000
	Placebo	,891	20	,028

Tabla 10. Prueba de normalidad de los valores L iniciales

Al no asumir normalidad, se realizó una prueba de Kruskal-Wallis, buscando la hipótesis H_0 : El Lab Inicial medio es semejante en todos los grupos (Tabla 11).

Kruskal-Wallis	
Chi-cuadrado	1,463
gl	3
Significación asintótica	,691

Tabla 11. Prueba de Kruskal-Wallis para normalidad

No existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores iniciales, por lo que los valores iniciales de L para los grupos A1, A2, B1 B2 y placebo fueron homogéneos al inicio del estudio.

Las siguientes tablas de resultados y tablas descriptivas, corresponden al conjunto de hipótesis y objetivos que nos marcamos en este estudio. Para una mejor comprensión de los resultados, analizaremos cada parte en diferentes bloques.

1. Evaluar clínicamente la eficacia de dos productos para realizar un tratamiento de blanqueamiento dental y compararla entre ambos: peróxido de carbamida al 16% y el peróxido de hidrógeno al 6%.

La tabla 12 recoge los datos finales al grupo A, que corresponde al protocolo de aplicación diaria del gel durante dos semanas. En esta tabla podemos apreciar los datos descriptivos del grupo A1, que aplicó el peróxido de carbamida y del grupo A2, que aplicó peróxido de hidrógeno.

	ΔE final A1	ΔE final A2
Media	10,114	8,484
Mediana	10,164	8,246
Varianza	3,706	4,142
Desv. tip.	1,925	2,035
Mínimo	6,237	4,998
Máximo	13,653	12,785
Rango	7,416	7,786
Amplitud	3,157	2,951
Asimetría	0,014	0,385
Curtosis	0,579	0,423

Tabla 12. Valores descriptivos de los ΔE finales de los grupos A1 y A2

Como ya se observó en el estudio de la distribución de la muestra, pudimos asumir su comportamiento normal, por lo que el análisis se continuó realizando con los contrastes pertinentes, todos ellos paramétricos, basados en la distribución (Tabla 13).

	Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		
ΔE Final	F	Significación	t	gl	significación (bilateral)
Se asumen varianzas iguales	,030	,864	2,602	38	,013
No se asumen varianzas iguales			2,602	37,883	,013

Tabla 13. Pruebas paramétricas de contraste entre los grupos A1 y A2

En base a los resultados, la significación es menor de 0,05, de modo que se rechazó la hipótesis nula de igualdad de medias, por lo que se puede concluir asumiendo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos A1 y A2 (Tabla 13).

Analizando la tabla 14 que recoge los datos del grupo B, que corresponde al protocolo de aplicación en días alternos del gel durante dos semanas podemos apreciar los datos descriptivos del grupo B1, que aplicó el peróxido de carbamida y del grupo B2, que aplicó peróxido de hidrógeno.

	ΔE final B1	ΔE final B2
Media	9,797	9,413
Mediana	9,725	8,783
Varianza	5,413	7,765
Desv. tip.	2,327	2,787
Mínimo	6,173	5,154
Máximo	14,712	15,531
Rango	8,539	10,377
Amplitud	4,266	2,926
Asimetría	0,283	0,868
Curtosis	0,545	0,527

Tabla 14. Valores descriptivos de los ΔE finales de los grupos B1 y B2

Se realizó el mismo análisis paramétrico que en el grupo A, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 15.

ΔE Final	Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		
	F	Significación	t	gl	significación (bilateral)
Se asumen varianzas iguales	,371	,546	,473	38	,639
No se asumen varianzas iguales			,473	36,827	,639

Tabla 15. Pruebas paramétricas de contraste entre los grupos B1 y B2

A diferencia del análisis anterior, el nivel de significación o p-valor mayor que 0,05 lleva a aceptar la hipótesis nula de igualdad de medias para las diferencias entre los dos productos cuando son aplicados en días alternos durante 2 semanas.

Para una mejor comprensión de los resultados obtenidos, cada uno de los dientes del estudio fueron analizados por separado entre los distintos grupos, de modo que pudiésemos obtener una información extra, de que dientes afectaban más o menos a los grupos y a los resultados comparativos entre ellos.

A continuación se exponen los valores descriptivos de los valores finales (ΔE final) de cada uno de los dientes en cada grupo (Tablas 16, 17, 18, 19, 20, 21).

ΔE diente 11					
	A1	A2	B1	B2	Placebo
Media	7,83	6,69	8,34	6,95	4,03
Mediana	7,8	6,17	7,66	6,09	2,99
Varianza	5,58	10,62	11,89	14,88	6,08
Desv. tip.	2,36	3,26	3,45	3,86	2,47
Mínimo	4,51	1,84	4,72	1,7	1,39
Máximo	14,46	13,16	19	17,2	11,10
Rango	9,95	11,32	14,28	15,50	9,71
Amplitud	3,00	4,69	4,45	4,40	2,00
Asimetría	0,98	0,39	1,68	1,04	1,80
Curtosis	1,91	-0,58	3,78	1,41	2,78

Tabla 16. Valores descriptivos de los ΔE finales de todos los grupos para el diente 11

	ΔE diente 12				
	A1	A2	B1	B2	Placebo
Media	8,97	9,12	9,72	9,37	4,50
Mediana	9,16	8,33	10,47	8,64	4,05
Varianza	9,78	13,06	16,87	11,41	9,77
Desv. tip.	3,13	3,61	4,11	3,38	3,13
Mínimo	3,36	4,21	2,45	3,96	0,70
Máximo	15,92	17,14	17,39	15,35	10,21
Rango	12,57	12,93	14,94	11,39	9,51
Amplitud	4,47	5,35	6,78	6,09	3,45
Asimetría	0,12	0,52	-0,24	0,54	0,80
Curtosis	0,09	-0,40	-0,66	-0,83	-0,32

Tabla 17. Valores descriptivos de los ΔE finales de todos los grupos para el diente 12

	ΔE diente 13				
	A1	A2	B1	B2	Placebo
Media	13,26	10,34	12,56	10,92	5,81
Mediana	13,52	10,11	12,22	9,43	4,78
Varianza	10,95	10,38	12,54	23,63	17,24
Desv. tip.	3,31	3,22	3,54	4,86	4,15
Mínimo	7,14	4,89	6,06	5,26	1,35
Máximo	10,12	17,05	20,65	20,53	17,15
Rango	12,98	12,16	14,59	15,27	15,80
Amplitud	5,14	4,76	3,51	6,34	3,74
Asimetría	-0,11	0,15	0,47	0,77	1,36
Curtosis	-0,09	-0,30	0,47	-0,61	1,60

Tabla 18. Valores descriptivos de los ΔE finales de todos los grupos para el diente 13

ΔE diente 21					
	A1	A2	B1	B2	Placebo
Media	7,91	6,21	6,69	8,50	3,48
Mediana	7,27	6,42	6,21	8,10	3,36
Varianza	7,46	5,63	11,23	10,95	3,97
Desv. tip.	2,73	2,37	3,35	3,31	1,99
Mínimo	3,90	1,81	1,86	5,29	1,62
Máximo	15,61	10,22	14,37	15,52	9,60
Rango	11,72	8,41	12,51	10,22	7,98
Amplitud	3,70	3,28	4,25	6,01	2,59
Asimetría	1,10	-0,26	0,90	0,84	1,73
Curtosis	1,99	-0,54	0,47	-0,57	3,73

Tabla 19. Valores descriptivos de los ΔE finales de todos los grupos para el diente 21

ΔE diente 22					
	A1	A2	B1	B2	Placebo
Media	8,70	8,27	8,82	8,33	4,35
Mediana	8,78	8,67	8,47	7,85	4,10
Varianza	10,05	3,96	10,49	10,13	3,25
Desv. tip.	3,17	1,99	3,24	3,18	1,80
Mínimo	1,28	5,01	2,82	2,42	2,01
Máximo	13,73	12,27	14,23	13,74	6,83
Rango	12,45	7,26	11,42	11,31	4,82
Amplitud	4,73	3,04	5,46	5,22	3,60
Asimetría	-0,43	0,06	-0,11	0,29	0,32
Curtosis	0,02	-0,57	-0,99	-0,52	-1,52

Tabla 20. Valores descriptivos de los ΔE finales de todos los grupos para el diente 22

	ΔE diente 23				
	A1	A2	B1	B2	Placebo
Media	14,02	10,28	12,65	12,48	3,69
Mediana	13,91	10,27	12,43	14,60	3,57
Varianza	7,93	12,45	18,22	29,12	6,55
Desv. tip.	2,82	3,53	4,27	5,40	2,56
Mínimo	9,04	2,92	5,74	3,59	0,93
Máximo	19,33	16,37	25,59	22,77	8,96
Rango	10,29	13,45	19,85	19,18	8,04
Amplitud	4,74	5,72	5,37	8,81	3,39
Asimetría	-0,06	-0,25	1,28	-0,02	0,79
Curtosis	-0,79	-0,37	3,46	-1,00	-0,15

Tabla 21. Valores descriptivos de los ΔE finales de todos los grupos para el diente 23

Con todos los datos descriptivos, se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, para determinar qué tipo de estudios aplicaríamos cuando estuviésemos analizando cada dientes por separado.

En la tabla 22 se muestra dicha prueba de normalidad y con ella se pudo deducir la normalidad para los grupos A1 y A2 para todos los dientes, en los cuales se pudieron realizar contrastes de hipótesis con pruebas basadas en dicha distribución.

Para el resto de casos, en los que el nivel de confianza es menor que 0,05 se tuvieron que realizar pruebas no paramétricas (grupos B1, B2 y placebo).

	Diente	Estadístico	gl	significación
11	A1	,934	20	,186
	A2	,965	20	,642
	B1	,853	20	,006
	B2	,929	19	,167
	Placebo	,756	20	,000
12	A1	,981	20	,949
	A2	,952	20	,404
	B1	,962	20	,595
	B2	,913	19	,084
	Placebo	,875	20	,014
13	A1	,978	20	,900
	A2	,980	20	,933
	B1	,975	20	,854
	B2	,896	19	,041
	Placebo	,846	20	,005
21	A1	,931	20	,161
	A2	,973	20	,822
	B1	,928	20	,142
	B2	,859	19	,010
	Placebo	,823	20	,002
22	A1	,970	20	,750
	A2	,958	20	,505
	B1	,968	20	,719
	B2	,965	19	,495
	Placebo	,865	20	,010
23	A1	,972	20	,789
	A2	,977	20	,888
	B1	,910	20	,063
	B2	,950	19	,394
	Placebo	,882	20	,019

Tabla 22. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para los seis dientes en todos los grupos

En la tabla 23, se vuelve a formular la hipótesis:

Ho: No existen diferencias entre el peróxido de carbamida al 16% y el peróxido de hidrógeno al 6% en el Grupo A, que aplica el gel diariamente durante 2 semanas seguidas.

Diente	Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		
	F	Significación	t	gl	significación (bilateral)
11 Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	2,443	,126	1,266	38	,213
			1,266	34,639	,214
12 Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	,853	,361	-,139	38	,890
			-,139	37,235	,890
13 Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	,003	,960	2,827	38	,007
			2,827	37,973	,007
21 Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	,201	,656	2,098	38	,043
			2,098	37,274	,043
22 Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	3,425	,072	,512	38	,612
			,512	31,970	,612
23 Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	,348	,559	3,709	38	,001
			3,709	36,219	,001

Tabla 23. Pruebas paramétricas de contraste para los grupos A1 y A2 por dientes

En base a los resultados, se rechazó la hipótesis nula de igualdad de medias para los dientes 13,21 y 23, asumiendo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos A1 y A2 para dichos dientes.

En el caso del grupo B no se pudo utilizar la T de Student para muestras independientes como en el caso anterior, por no haber cumplido las hipótesis previas de normalidad, por lo que se utilizaron pruebas no paramétricas (Tabla 24).

Ho: No existen diferencias entre el peróxido de carbamida al 16% y el peróxido de hidrógeno al 6% en el Grupo B, que aplica el gel en días alternos durante 2 semanas seguidas.

	11	12	13	21	22	23
U de Mann-Whitney	161	188	133	136	185	191
W de Wilcoxon	371	398	323	346	395	401
Z	-1,055	-,325	-1,602	-1,731	-,406	-,243
Significación asintótica (bilateral)	,291	,745	,109	,083	,685	,808
Significación exacta [2*(significación unilateral)]	,301	,758	,113	,086	,698	,820

Tabla 24. Pruebas no paramétricas de contraste para los grupos B1 y B2

A diferencia del caso anterior, el nivel de significación o p-valor mayor que 0,05 nos llevó a aceptar la hipótesis nula de igualdad de medias para las diferencias entre tratamientos aplicados día sí, día no en todos los dientes.

2. Evaluar qué protocolo de aplicación resulta más eficiente en nuestra práctica diaria, aplicar el gel todos los días o aplicarlo en días alternos.

Utilizando la tabla de descriptivos de los ΔE finales (Tabla 7), se compararon los grupos A1 y B1, ambos dos portadores de peróxido de carbamida al 16% pero aplicados en diferentes protocolos (Tabla 25).

H_0 : No existen diferencias entre aplicar el gel todos los días o en días alternos cuando el producto es peróxido de carbamida al 16%.

ΔE Final	Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		
	F	Significación	t	gl	significación (bilateral)
Se asumen varianzas iguales	,524	,474	,470	38	,641
No se asumen varianzas iguales			,470	36,713	,641

Tabla 25. Pruebas paramétricas de contraste para los grupos A1 y B1

El nivel de significación o p-valor mayor que 0,05 nos llevó a aceptar la hipótesis nula de igualdad de medias para las diferencias entre el protocolo de día a día y el de días alternos cuando el producto fue peróxido de carbamida al 16%.

Se compararon también los grupos A2 y B2, ambos dos con aplicación de peróxido de hidrógeno al 6% en dos protocolos diferentes (Tabla 26).

Ho: No existen diferencias entre aplicar el gel todos los días o en días alternos cuando el producto es peróxido de hidrógeno al 6%.

	Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		
ΔE Final	F	Significación	t	gl	significación (bilateral)
Se asumen varianzas iguales	1,235	,273	-1,204	38	,236
No se asumen varianzas iguales			-1,204	34,780	,237

Tabla 26. Pruebas paramétricas de contraste para los grupos A2 y B2

El nivel de significación o p-valor mayor que 0,05 nos llevó a aceptar la hipótesis nula de igualdad de medias para las diferencias entre el protocolo de aplicación diaria y el de días alternos cuando el producto fue peróxido de hidrógeno al 6%.

De nuevo, teniendo los valores descriptivos de todos los dientes por separado, se decidió realizar las dos comparativas de nuevo, para analizar qué sucedió con cada diente en cada grupo (Tabla 27).

Ho: No existen diferencias entre aplicar el gel todos los días o en días alternos cuando el producto es peróxido de carbamida al 16%.

	11	12	13	21	22	23
U de Mann-Whitney	191	167	167	139	198	140
W de Wilcoxon	401	377	377	349	408	350
Z	-,243	-,893	-,893	-1,650	-,054	-1,623
Significación asintótica (bilateral)	,808	,372	,372	,099	,957	,105
Significación exacta [2*(significación unilateral)]	,820	,383	,383	,102	,968	,108

Tabla 27. Pruebas no paramétricas de contraste para los grupos A1 y B1

El nivel de significación o p-valor mayor que 0,05 nos llevó a aceptar la hipótesis nula de igualdad de medias para las diferencias entre el protocolo de aplicación diaria y el de días alternos cuando el producto fue peróxido de carbamida al 16%.

Se compararon también los grupos A2 y B2, ambos dos portadores de peróxido de hidrógeno al 6% pero aplicados en diferentes protocolos (Tabla 28).

Ho: No existen diferencias entre aplicar el gel todos los días o en días alternos cuando el producto es peróxido de hidrógeno al 6%.

	11	12	13	21	22	23
U de Mann-Whitney	193	186	189	131	188	150
W de Wilcoxon	403	396	379	341	398	360
Z	-,189	-,379	-,028	-1,867	-,325	-1,353
Significación asintótica (bilateral)	,850	,705	,978	,062	,745	,176
Significación exacta [2*(significación unilateral)]	,862	,718	,989	,063	,758	,183

Tabla 28. Pruebas no paramétricas de contraste para los grupos A2 y B2

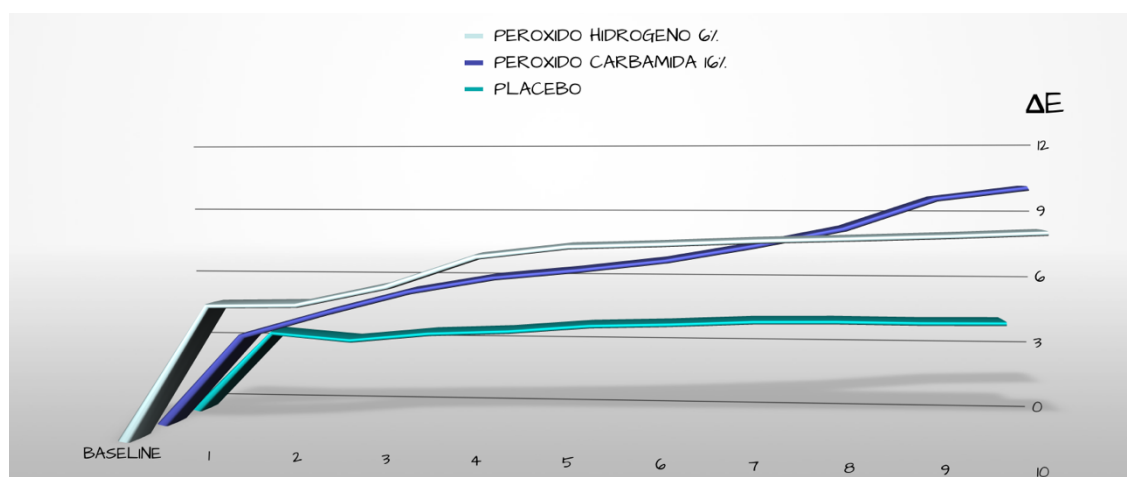
El nivel de significación o p-valor mayor que 0,05 nos llevó a aceptar la hipótesis nula de igualdad de medias para las diferencias entre el protocolo de aplicación diaria y el de días alternos cuando el producto utilizado fue peróxido de hidrógeno al 6%.

3. Evaluar clínicamente la progresión de cambio de color que se consigue en intervalos de veinticuatro horas, con el uso consecutivo durante dos semanas de dos agentes diferentes en tratamientos domiciliarios.

Para la evaluación clínica del blanqueamiento en intervalos de 24 horas, se realizó la siguiente tabla con los datos diarios registrados de cada paciente (Tabla 29).

	Baseline	ΔE1	ΔE2	ΔE3	ΔE4	ΔE5	ΔE6	ΔE7	ΔE8	ΔE9	ΔE10
Peróxido de hidrógeno 6%	0	5,47	5,53	6,28	7,47	7,88	7,99	8,13	8,23	8,34	8,48
Peróxido de carbamida 16%	0	3,84	4,85	5,77	6,38	6,72	7,13	7,75	8,46	9,67	10,11
Placebo	0	3,54	3,25	3,59	3,73	4,01	4,11	4,26	4,3	4,28	4,31

Tabla 29. Registro diario de los grupos A1, B1 y placebo



Gráfica 1. Registro diario de los grupos A1, B1 y placebo

Observando la tabla 29 y la gráfica 1, se pudo observar día a día la evolución del blanqueamiento y los cambios de color representados con el dato ΔE .

Se puede apreciar cómo los dos primeros días los 3 grupos crecen de manera exponencial llegando a un ΔE de entre 3 y 5 unidades.

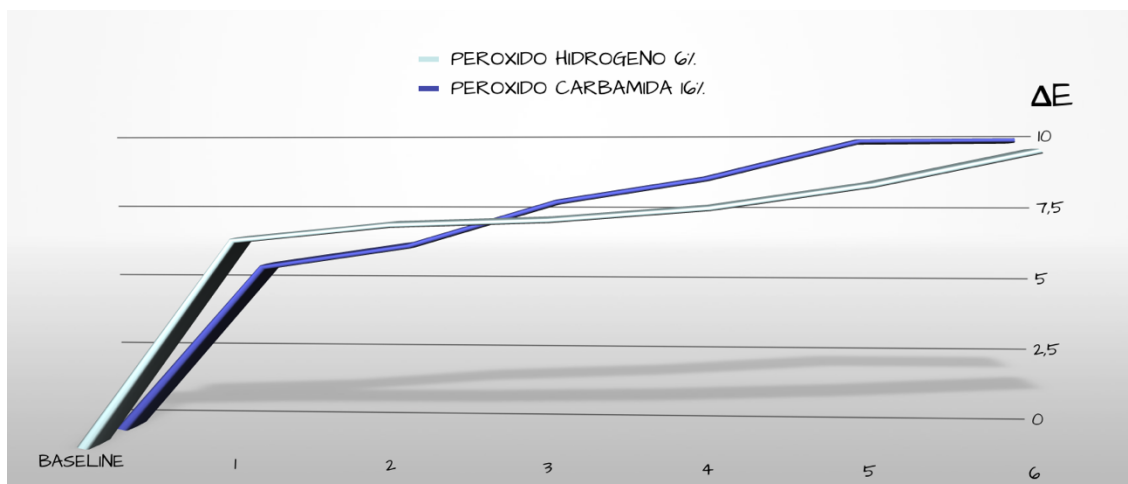
De ahí en adelante el grupo placebo continua en 3 o 4 unidades prácticamente el resto del estudio, mientras que el grupo A1 y A2 continúan ascendiendo gradualmente hasta alcanzar un ΔE de entre 8 y 10 unidades.

4. Evaluar clínicamente la progresión de cambio de color que se consigue en intervalos de cuarenta y ocho horas, con el uso consecutivo durante cuatro semanas de dos agentes blanqueantes en tratamientos domiciliarios.

En cuanto a los objetivos de la evaluación clínica del blanqueamiento en intervalos de 48 horas, se realizó la siguiente tabla con los datos diarios registrados de cada paciente.

	Baseline	$\Delta E1$	$\Delta E2$	$\Delta E3$	$\Delta E4$	$\Delta E5$
Peróxido de hidrógeno 6%	0	6,62	7,12	7,28	8,38	9,41
Peróxido de carbamida 16%	0	5,56	6,29	7,76	8,54	9,79

Tabla 30. Registro diario de los grupos B1 y B2



Gráfica 2. Registro diario de los grupos B1 y B2

Observando la tabla 30 y la gráfica 2, se pudo observar cada dos días la evolución del blanqueamiento y los cambios de color representados con el dato ΔE .

Se puede apreciar cómo los dos o tres primeros días los grupos crecen de manera exponencial llegando a un ΔE de entre 5 y 6 unidades.

De ahí en adelante el grupo B1 y B2, continúan ascendiendo gradualmente hasta alcanzar un ΔE de entre 9 y 10 unidades.

5. Evaluar si aplicar dos semanas seguidas el blanqueamiento dental es igual que aplicarlo cuatro semanas seguidas.

En este caso, la comparativa se realizó tanto en el grupo B1 como en el B2, comparando el ΔE obtenido el día final de las primeras dos semanas y el día final de las siguientes dos semanas (4 semanas).

El primer grupo en ser analizado fue el B1, que aplicaba peróxido de carbamida al 16%. Se realizó una prueba de normalidad para determinar el tipo de pruebas que se realizarían durante el estudio (Tabla 33).

ΔE Final	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Significación	Estadístico	gl	Significación
B1 día 5	,146	20	,200	,964	20	,626
B1 día 10	,129	20	,200	,938	20	,217

Tabla 31. Pruebas de normalidad para el grupo B1 de dos semanas y cuatro semanas

En la tabla 31 se muestran los valores de las pruebas de normalidad, que nos muestran un comportamiento normal de las variables a estudio. Se procedió, por ese motivo, a realizar pruebas paramétricas de comparación de medias para muestras emparejadas (Tabla 32).

ΔE Final	Diferencias emparejadas		t	gl	Significación (bilateral)
	Media	Desviación estándar			
B1 día 5 B1 día 10	-2,0085	2,40165	-3,74	19	0,001

Tabla 32. Pruebas paramétricas de contraste para el grupo B1 de dos semanas y cuatro semanas

A partir de la prueba T para muestras relacionadas en la tabla 32, se concluyó rechazando la hipótesis nula y asumiendo diferencias entre los valores de blanqueamiento de los días 6 y 12 que respectivamente tomaban medias de 9,97 y 10,80.

El grupo B2, que aplicaba peróxido de hidrógeno al 6%, precisó de pruebas no paramétricas debido a su falta de normalidad en los valores descriptivos (Tabla 33).

ΔE Final	Z	Significación asistólica (bilateral)
B2 día 5 B2 día 10	-2,408	,016

Tabla 33. Pruebas no paramétricas de contraste para el grupo B2 de dos semanas y cuatro semanas

Hubo que realizar la prueba no paramétrica para muestras relacionadas de rangos de Wilcoxon, ya que dichas muestras no se comportaban de forma normal. Mediante la prueba se obtuvo un p-valor de 0,016, inferior al nivel de significación estándar, por lo que se concluyó rechazando la hipótesis nula de igualdad de medias, asumiendo diferencias estadísticamente significativas entre los valores de blanqueamiento obtenidos del día 6 al día 12 cuando se aplicaba peróxido de hidrógeno al 6% que respectivamente tomaban medias de 9,41 y 10,62, respectivamente.

6. Evaluar el nivel de sensibilidad que se produce entre los dos productos y entre los dos protocolos de veinticuatro y cuarenta y ocho horas.

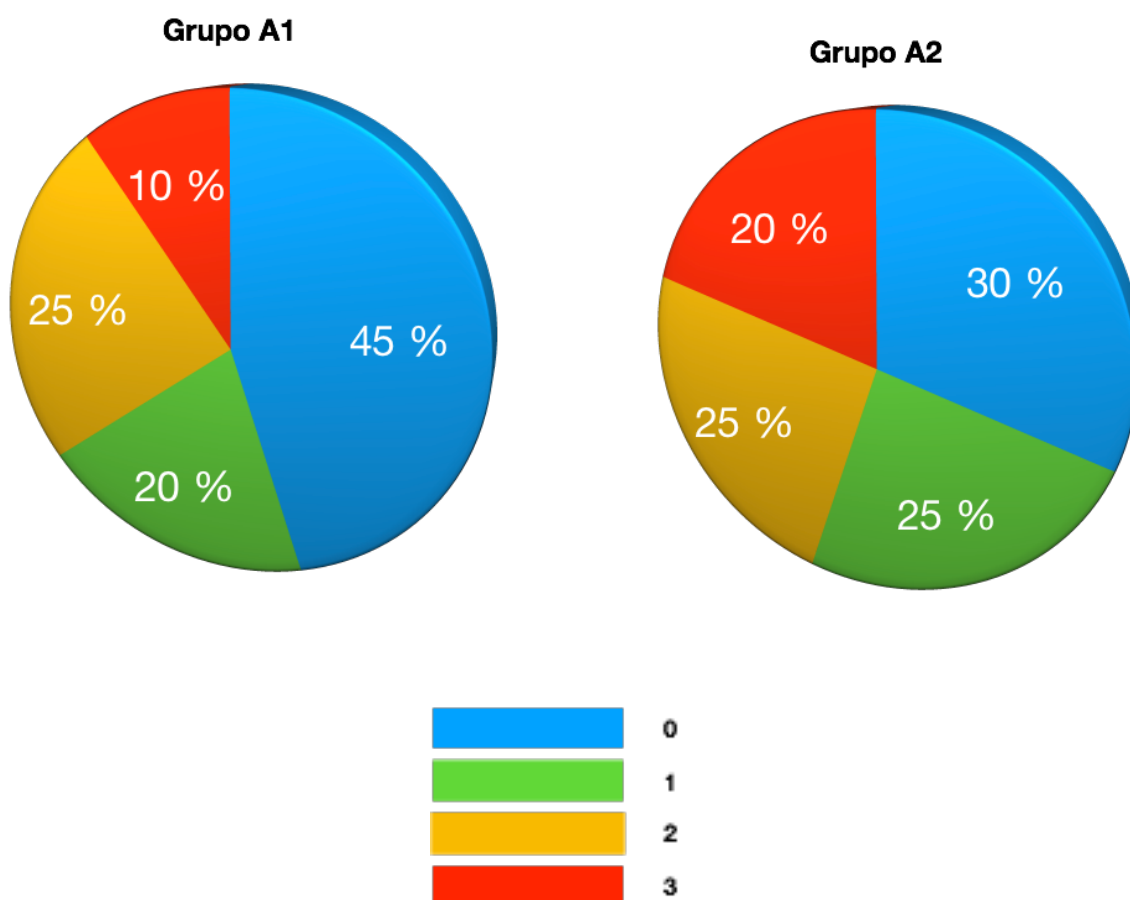
El grado de sensibilidad que sintieron los pacientes durante el estudio, fue anotado en una escala numérica del 0 al 4, siendo 0 la total ausencia de sensibilidad, 1 una sensibilidad leve, 2 una sensibilidad moderada, 3 una sensibilidad alta y 4 una sensibilidad que obligase a la retirada del producto y suspensión del tratamiento y tras su registro y análisis fue plasmado en las tablas descriptivas y gráficas visuales para su análisis (Tablas 34 y 35) (Gráficas 3-7).

	0	1	2	3	4	Total
A1	9	4	5	2	0	20
A2	6	5	5	4	0	20
B1	10	9	1	0	0	20
B2	13	7	0	0	0	20
Placebo	18	2	0	0	0	20
Total	56	27	11	6	0	100

Tabla 34. Registro de sensibilidad de todos los grupos

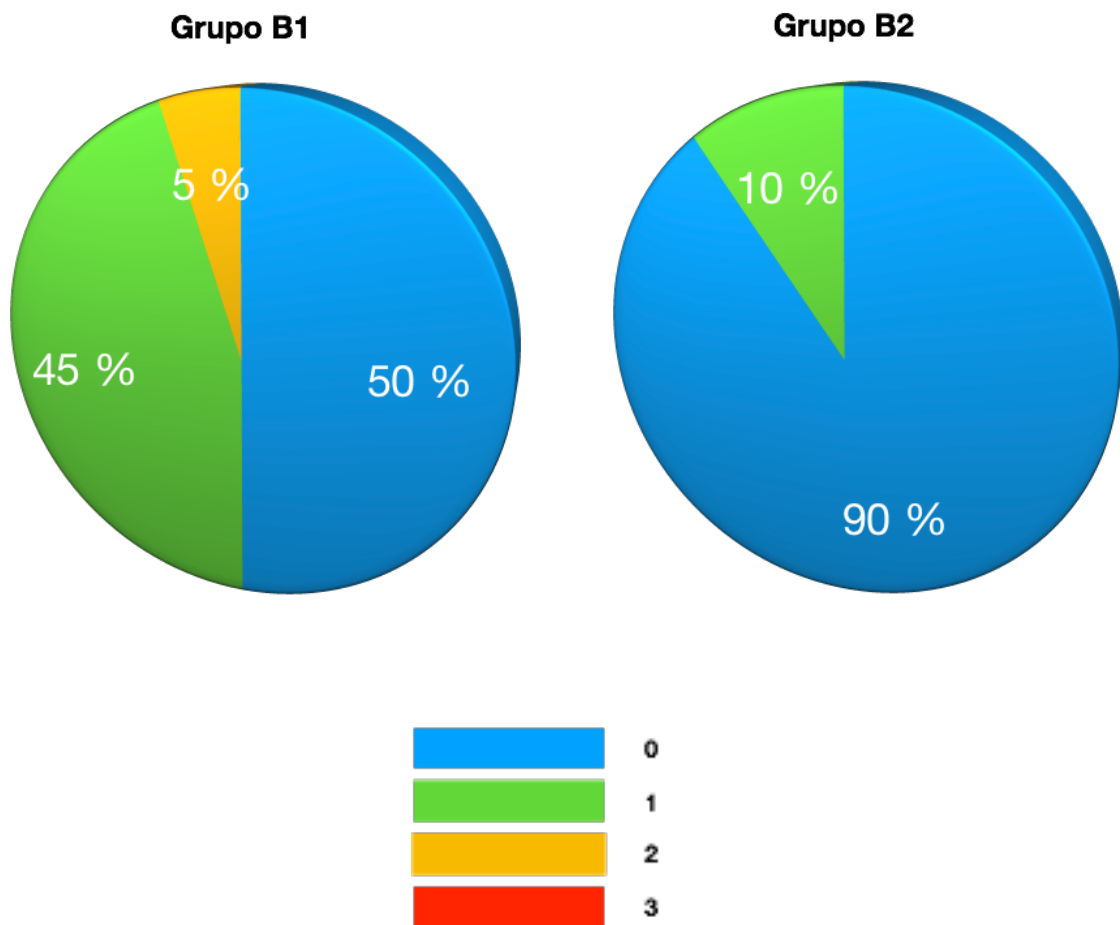
	0	1	2	3	4
A1	45 %	20 %	25 %	10 %	0 %
A2	30 %	25 %	25 %	20 %	0 %
B1	50 %	45 %	5 %	0 %	0 %
B2	61,1 %	38,9 %	0 %	0 %	0 %
Placebo	90 %	10 %	0 %	0 %	0 %
Total	55,1 %	27,6 %	11,2 %	6,1 %	0 %

Tabla 35. Registro de porcentaje de sensibilidad de todos los grupos



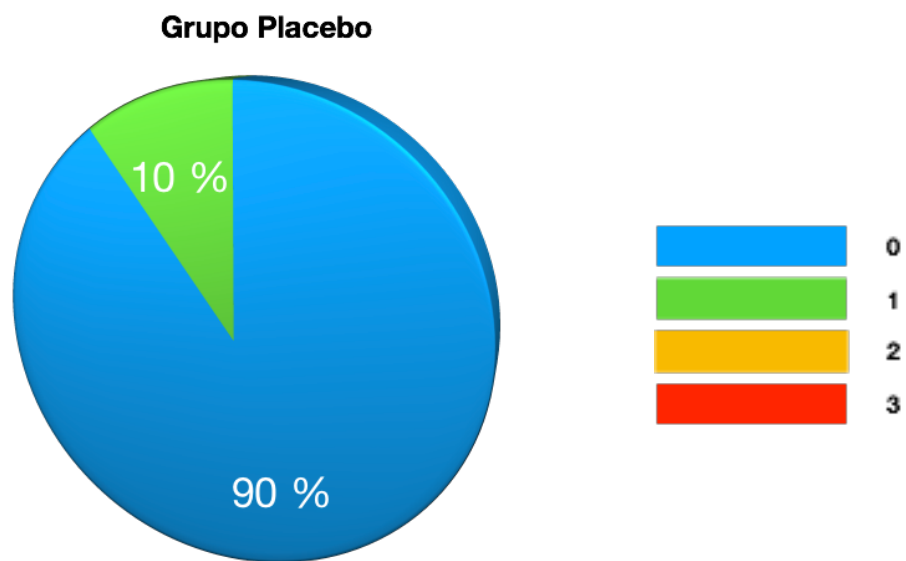
Gráficas 3 y 4. Registro del porcentaje de sensibilidad de los grupos A1 y A2

En las gráficas 3 y 4 se pudo observar, que aunque la mayor parte de los pacientes tuvo nada o leve sensibilidad, hay un 10% de los pacientes que refirieron una sensibilidad moderada en el caso del grupo de peróxido de carbamida al 16% y un 20% en el caso de peróxido de hidrógeno al 6%.



Gráficas 5 y 6. Registro del porcentaje de sensibilidad de los grupos B1 y B2

En las gráficas 5 y 6 se pudo observar que la mayor parte de los pacientes tuvo nula o leve sensibilidad con cualquiera de los dos productos. Tan solo reseñar un leve 5% de pacientes con una sensibilidad moderada.



Gráfica 7. Registro del porcentaje de sensibilidad en el grupo placebo

Observando la gráfica 7, se aprecia que en el grupo placebo, se obtuvo un 90% de valores nulos de sensibilidad y un 10% de valores leves.

9. DISCUSIÓN

9.1 Introducción y justificación

Aunque en otros países la gama de productos de blanqueamiento dental es muy superior a la de Europa, utilizando normalmente concentraciones de peróxido de carbamida entre 10% y 22% y de peróxido de hidrógeno entre 3% y 9% (Bernardon et al. 2010; Joiner 2006; Meireles et al. 2010; MATIS 2003), en este estudio se decidió evaluar solamente los productos que son legales en Europa, especialmente en España.

El 20 de septiembre de 2011 se aprobó la Directiva 2011/84/UE del Consejo, por la cual se modificaba la Directiva 76/768/CEE, relativa a los productos cosméticos para adaptar su anexo III al progreso técnico. En esta Directiva se limitó el uso del peróxido de hidrógeno al 6% como máximo y el del peróxido de carbamida un máximo del 18% (Diario Oficial de la Unión Europea 2011).

Es por ello que decidimos utilizar los dos productos más utilizados en España para el blanqueamiento dental domiciliario, un peróxido de carbamida al 16% y un peróxido de hidrógeno al 6%, que aunque de diferente naturaleza, se suponen equivalentes en actividad a dichas proporciones, ya que el peróxido de carbamida al 10% se descompone en un 3% en peróxido de hidrógeno y un 7% de urea (Haywood 1992; Fasanaro 1992; Luque-Martínez et al. 2016).

Aunque en España también cabe la posibilidad de aplicar el peróxido de carbamida al 10% y el peróxido de hidrógeno al 3%, también equivalentes, en este estudio se decidió utilizar los máximos porcentajes permitidos por la ley.

9.2 Material y método

9.2.1 Material

9.2.1.1 Peróxido de carbamida y peróxido de hidrógeno

El peróxido de carbamida ha sido considerado desde hace muchos años como tratamiento gold standard a la hora de realizar blanqueamiento dental domiciliario.

Ya en el 98, un estudio de Matis et al. y otro de Barnes et al. demostraban la eficacia del peróxido de carbamida al 10% (Matis et al. 1998; Barnes et al. 1998).

En 2004, Goo et al. evalúan el peróxido de carbamida al 10% y llega a la conclusión de que las bajas concentraciones distendidas en el tiempo son la mejor elección a la hora de realizar blanqueamientos dentales (Goo et al. 2004). Más tarde, en un estudio realizado en 2008 por Dos Santos Medeiros, se vuelve a demostrar la eficacia del peróxido de carbamida al 10% (Santos Medeiros & de Lima 2008).

En cuanto a sus concentraciones, el peróxido de carbamida ha sido evaluado minuciosamente a lo largo de los años.

En 1998, Leonard et al. ya comparaban concentraciones de 5%, 10% y 16%, observando resultados eficaces y sin diferencias entre las distintas concentraciones. No obstante, el 10% y el 16% alcanzaron más rápido el punto máximo de blanqueamiento, estabilizándose con el tiempo y llegando al mismo grado de efectividad que la concentración del 5% (Leonard et al. 1998).

Aunque coincide con Leonard, dos años después Matis et al. observan de nuevo dos concentraciones, 10% y 15% y llegan a la conclusión, de que aunque el grupo del 15% blanqueó más rápido e incluso más en las primeras dos semanas, la concentración del 10% de peróxido de carbamida llega al mismo grado de

blanqueamiento a la sexta semana, es decir, se acaban estabilizando en el tiempo (Matis et al. 2000). Matis propone que los clínicos deberían advertir a los pacientes que la utilización de altos porcentajes puede tener ventajas inmediatas pero no estables en el tiempo.

Kihn en cambio, en el año 2000, compara también un peróxido de carbamida al 10% y otro al 15%, obteniendo resultados diferentes. Kihn observó que en la primera semana no había diferencias significativas ($p > 0,05$), pero si que las encontró al final del tratamiento (Kihn et al. 2000). Este resultado puede ser debido, en parte, a varias razones, como por ejemplo la utilización de un sistema subjetivo como es la Guía Vita® como método para medir el color, o tener en cuenta que Browning analizó este estudio en una revisión en 2007, y remarcó que la muestra que utilizaba el estudio era pequeña (26 pacientes) y no tenía suficiente poder estadístico para lanzar estas conclusiones (Browning & Swift 2007).

Nathoo comparó, en 2001, un peróxido de carbamida al 5% con un peróxido de carbamida al 10%, midiendo a los 3, 5 y 7 días de blanqueamiento, obteniendo como resultado una misma efectividad por parte del porcentaje al 5% y una menor sensibilidad (Nathoo et al. 2001).

En 2002, Matis vuelve a publicar un estudio, esta vez comparando concentraciones de peróxido de carbamida al 10%, 15% y 20%. En este estudio deciden medir el color con la guía de color Vitalescence Esthetic Restorative Masters Shade Guide (Ultradent Products, Inc.) relacionando sus tablillas a valores $L^*a^*b^*$ debido a que el estudio se hace sobre pacientes con tetraciclinas.

Lo más llamativo del estudio es que aplican el tratamiento hasta 6 meses en muchos pacientes, y tras las mediciones cada mes, llegan a la conclusión de que el 10% es igual de efectivo que el 20% cuando el gel fue aplicado durante 6 meses en pacientes con tetraciclinas (Matis et al. 2002).

En 2004, Amengual-Lorenzo y Navarro comparan un 16% con un 22% obteniendo de nuevo resultados satisfactorios y sin diferencias entre las dos concentraciones (Lorenzo & Navarro 2004).

En 2007, Braun compara un porcentaje del 10% con otro del 17% de peróxido de carbamida, obteniendo los mismos resultados que en los anteriores estudios citados y teorizando que aunque en un primer momento la concentración del 17% pudo obtener mejores resultados, en tan solo una semana los dos productos habían conseguido el mismo grado de blanqueamiento dental (Braun et al. 2007).

En 2008, Meireles et al. comparan, en un estudio metodológicamente muy bien ejecutado, un peróxido de carbamida al 10% con uno al 16%, y observan que el 16% es mejor que el 10%, pero no es estadísticamente significativo (Meireles, Heckmann, et al. 2008), resultado similar al que obtuvo Brunton en 2004 (Brunton et al. 2004).

Es en 2010, cuando Meireles et al. en otro estudio a 2 años de seguimiento, demuestran que no por tener más concentración, el peróxido de carbamida consigue mejores resultados o es más longevo en el tiempo (Meireles et al. 2010), coincidiendo en esto con otros estudios anteriores (Zekonis et al. 2003; Braun et al. 2007; Bizhang et al. 2009; Bernardon et al. 2010; Brunton et al. 2004).

Aunque es un estudio in vitro en dientes de bovino, en 2012 Meireles et al. evalúan porcentajes tan dispares como 10%, 16% y 37% de peróxido de carbamida, sin encontrar diferencias tras una semana de aplicación del tratamiento (Meireles et al. 2012).

Es por todo esto que se decidió utilizar un peróxido de carbamida al 16% en este estudio, ya que aunque no está demostrado que produzca un mayor efecto de blanqueamiento, si parece tener mejores sensaciones clínicas y una eficacia más veloz que el peróxido de carbamida al 10%.

El peróxido de hidrógeno a bajas concentraciones como tratamiento domiciliario, aunque más novedoso, también ha sido testado y evaluado, comparándolo con el peróxido de carbamida en la gran mayoría de los estudios.

Ya en 2004, Joiner et al. demostraron la eficacia del peróxido de hidrógeno al 6% a la hora de eliminar manchas extrínsecas e intrínsecas cuando era utilizado en el tratamiento de blanqueamiento dental domiciliario (Joiner & Thakker 2004).

Son muchas las marcas comerciales de geles de blanqueamiento dental presentes en el mercado, pero en algunos estudios, como el de Grobler en 2011 se han probado diferentes marcas comerciales también distribuidas en España (Opalescence®, de Ultradent y Night White®, de Discus Dental) con la misma concentración arrojando resultados sin diferencias estadísticas y satisfactorias entre ellas (Grobler, Majeed, Hayward, et al. 2011), algo que anima a extrapolar las conclusiones obtenidas en este estudio a las demás marcas comerciales del mercado.

9.2.1.2 Criterios de inclusión/exclusión

A la hora de incluir a los pacientes en el estudio, se tuvieron en cuenta los criterios de inclusión y exclusión propuestos por la ADA (American Dental Association Council on Dental Therapeutics) así como los utilizados en otros estudios (Mokhlis et al. 2000; Therapeutics 1994; C 2000).

En una revisión de la literatura realizada por Sean S. Lee et al. observaron que, dados los estudios publicados, utilizar productos de blanqueamiento dental en menores de 18 años, no supone un riesgo mayor que utilizarlos en adultos, pero hay que tener demasiadas consideraciones en cuenta, como la continua erupción de los dientes, pudiendo presentar en ciertas edades coronas clínicas cortas, con posibles alteraciones de la encía, o la colaboración paterna, que además de requerir su autorización, el tratamiento debe estar controlado tanto por los padres como por el dentista (S. S. Lee et al. 2005). En un estudio reciente, publicado en 2017, Pinto aplicó diversos tipos de concentraciones de peróxido de hidrógeno en jóvenes de entre 12 y 20 años, obteniendo un buen resultado clínico pero problemas asociados a la edad (Pinto et al. 2017).

En el presente estudio se estableció el límite de edad en 40 años, de forma que el estudio no se viese influenciado por desgastes severos del esmalte o dentinas más esclerosadas propias de edades avanzadas.

Además de eso se realizó un examen exhaustivo previo al estudio para evitar introducir a sujetos con problemas gingivales o periodontales que pudiesen agravarlos o alterar los resultados por falta de colaboración por parte de los pacientes a la hora de la colocación de las férulas (Löe & Silness 2009; Matis et al. 1999).

En muchos pacientes con colores A2 o más blanco de la Guía Vita® clásica, es complicado encontrar resultados notorios al realizar un blanqueamiento dental. Por ello en este estudio, una de las normas de inclusión fue tener como mínimo un color A2 o más oscuro de la guía de color Vita® clásica.

En muchos estudios se plantea sólo introducir participantes con un color A3 o más oscuros (Zantner et al. 2006; Auschill et al. 2012), pero es importante tener en cuenta también a los pacientes con colores un poco más claros, para poder extrapolar el estudio a toda la población real que nos va a demandar blanqueamiento dental, al igual que en otros estudios, en los que sí que se admiten pacientes con un A2 (Bizhang et al. 2009; Bernardon et al. 2010). Además, es un hecho probado en numerosos estudios que cuanto más oscuro es color base del diente que vamos a tratar, mayor nivel de blanqueamiento conseguimos, ya que partimos de una L^* más baja y de una b^* más alta y la variación de color, o ΔE será mayor (Havwood et al. 1994; Bizhang et al. 2009).

Sólo en un estudio de Collins encontrado en la búsqueda, se utilizó como norma de inclusión que tan solo uno de los dientes del paciente tuviese un color A3 (Collins, Maggio, Liebman, et al. 2004). Este hecho sesgó el estudio, obteniendo resultados con valores mucho más bajos que otros estudios que sólo aceptaban participantes con todos los dientes de un color A3 como mínimo, como el de Nathoo et al. de 2002 (Nathoo et al. 2002).

9.2.2 Método

9.2.2.1 Distribución

En cuanto a la distribución de los sujetos en el estudio, se decidió utilizar tablas de números aleatorios en Excel, pero posteriormente se comprobó que las medias de color iniciales de los participantes de cada grupo eran homogéneas.

Esta comprobación se realizó debido a que en este estudio, randomizar la distribución no se consideró prioritario, ya que como se ha comentado antes, si en un solo grupo, por azar, estuviesen los participantes con los dientes más oscuros, estos sesgarían el estudio, pues obtendrían un mayor cambio de color tras el blanqueamiento que los demás participantes repartidos en los demás grupos, independientemente del producto que utilicen o del protocolo de aplicación que tengan que llevar a cabo.

Una vez comprobadas las medias iniciales de L y su homogeneidad, tanto los investigadores como los pacientes participaron en un estudio a doble ciego, en el que no sabían qué producto estaban aplicando los participantes en sus férulas.

En la revisión sistemática y meta-análisis realizada por Issis Luque-Martínez et al. en 2016, observaron que casi ningún estudio de blanqueamiento randomizaba el reparto de los participantes, y que si lo hacían, apenas describían el procedimiento (Luque-Martínez et al. 2016).

9.2.2.2 Toma de color

9.2.2.2.1 Fotografía

Pocos son los estudios que utilizan la fotografía como método de medición en estudios de blanqueamiento dental o cualquier tipo de medida de color (Alonso de la Peña & Balboa Cabrita 2006).

La fotografía digital es hoy en día uno de los recursos más utilizados en las clínicas dentales para comunicar el color al laboratorio y registrar todo lo que realizamos en la clínica dental (Casaglia et al. 2015; Desai & Bumb 2013; Ahmad 2009).

En nuestro estudio se ha registrado cada caso con un exhaustivo protocolo manual de calibración, para que todas las fotografías tengan exactamente el mismo color antes y después del tratamiento del estudio. Aun así, se tomaron como registros complementarios, pudiéndose incluso tomar mediciones complementarias del ΔE utilizando programas informáticos del propio ordenador, pero hoy en día la calibración de los equipos, ordenadores, y programas digitales siguen siendo una dificultosa tarea y un hándicap a la hora de tomar registros fiables del color dental (Chu et al. 2010; Li 2003).

9.2.2.2 Método visual

Hasta hoy, a pesar de sus limitaciones, la utilización de una guía de color con método visual, ha sido la técnica más utilizada en la mayoría de los estudios.

A la hora de medir el color con una guía, son muchos los estudios que demuestran, que tanto la luz, como la experiencia del observador, influyen de sobremanera a la hora de interpretar el color.

A la hora de justificarlo, muchos estudios deciden utilizar la guía de color, debido a que es lo más extrapolable a las clínicas privadas, que normalmente, tan sólo disponen de ese método a la hora de observar y registrar el color de sus pacientes, justificando que en el caso de Reinhardt en el 93, Russel en el 96 y Swift en el 99 está justificado por la falta de aparatos de medición espectrofotométricos en la época, pero en el caso de Auschill en 2005 y Dos Santos Medeiros en 2008 lo hicieron por la razón antes citada (Santos Medeiros & de Lima 2008; Reinhardt et al. 1993; C. M. Russell et al. 1996; Swift et al. 1999; Auschill et al. 2005; Meireles, Demarco, et al. 2008; Collins, Maggio, Liebman, et al. 2004).

Las condiciones ideales de toma de color se realizan con una luz corregida entre 5000K y 7500K, tal y como sugería Paravina en su publicación de 2002 (Paravina 2002).

En un estudio en 2016 de Jacqueline A Clary et al. observaron que efectivamente la luz corregida era mejor, pero que la utilización de otras luces, como por ejemplo la luz polarizada, no ayudaba en nada a la toma de color (MSD et al. 2016), coincidiendo en la decisión de utilizar luz corregida con otros dos estudios de Curd en 2006 (Curd et al. 2006) y de Brewer en 2004 (Brewer et al. 2004).

En el mismo estudio de Jacqueline, se observa también que a mayor entrenamiento, mejor capacidad de medición visual del color adquirirían los participantes, coincidiendo con múltiples estudios (Okubo et al. 1998; Hammad 2003; Paravina et al. 2010; Bona et al. 2009; Alshiddi & Richards 2015), difiriendo de ellos Curd, que no encontró relación entre el sexo y la experiencia de los participantes a la hora de tomar el color.

En un estudio de Alkhudairy en 2017, se entrena mediante diferentes pruebas a los participantes y se evalúa su evolución demostrando también que a mayor entrenamiento todos los participantes mejoraron notablemente su capacidad para tomar el color (Alkhudairy & Tashkandi 2017).

Tanto Hammad como Paravina animan a los investigadores y a los dentistas en general a recibir formación en toma de color y entrenamiento previo a la hora de realizar un estudio que implique la toma de color.

El ojo humano además, no es capaz de apreciar bien la diferencia entre dos objetos cuando están uno al lado del otro (Hunter & Harold 1987) dificultando la toma de color con tablillas preformadas cerca a los dientes o entre dos dientes que están juntos.

En un estudio de Douglas en 2007, un grupo de 28 dentistas, han de identificar un incisivo central que ha sido cambiado en una prueba de dientes de la prótesis completa de un mismo paciente. Se determinó que el ser humano no es

capaz de observar cambios de color inferiores a un ΔE de 2,6 unidades (rango entre 2,2 - 3 ΔE *unidades) (Douglas et al. 2007), mientras que Ragain y Johnston determinaron que el límite era de 2,7 (Ragain & Johnston 2000), y Ruyter y Nilner de un 3,3 (Ruyter et al. 1987; Paravina & Swift 2009; Paravina et al. 2015; Grobler, Majeed, Moola, et al. 2011).

Estos nuevos datos dejan atrás antiguos estudios, incluido uno del propio Douglas en 1998, o el clásico de Johnston y Kao de 1989, que determinaban los valores de perceptibilidad en $\Delta E < 1,7$ y $\Delta E < 1$, respectivamente (Douglas & Brewer 1998; Johnston & Kao 1989).

En un estudio de Paul S. Peter en 2002, observaron a tres dentistas registrando tomas de color. Éstos fueron capaces de observar el color con un 77% menos de eficacia de lo que era capaz un espectrofotómetro (Paul et al. 2002).

No obstante, debería de tenerse en cuenta, el estudio publicado en 2009 por Won-suk Oh, en el que demostraron que en caso de utilizar una medición visual con guía de color, era mucho más fiable, exacta y repetitiva, la guía de color Vitapan 3D Master®, que la Guía Vita® Clásica (Oh et al. 2009).

En el estudio realizado por Christopher Igiel, en 2017, se hallaron demasiadas contradicciones entre las propias mediciones de un mismo sujeto separadas en el tiempo, así como las mediciones de diferentes sujetos cuando utilizaban la Guía Vita® para emparejar las tablillas con unas carillas de porcelana sobre un tipodonto. En cambio, el espectrofotómetro Easyshade® tuvo buenos resultados, dando como conclusión que al igual que en la mayor parte de los estudios utilizar un espectrofotómetro para medir el color es mucho más fiable y objetivo que la técnica visual (Igiel et al. 2017).

Es por esto que en este estudio se determinó la utilización de un espectrofotómetro para las mediciones de color.

9.2.2.2.3 Espectrofotómetros

Muchos son los estudios, tal y como observó Luque Martínez en su revisión sistemática de 2016, que demuestran que la utilización de un espectrofotómetro es mucho más efectiva y fiable que utilizar guías de color con percepción visual (Da Silva et al. 2008; Alshiddi & Richards 2015; Pimental & Tiozzi 2014; Kielbassa et al. 2009; Derdilopoulou & Zantner 2007; AlSaleh et al. 2012; Luque-Martínez et al. 2016).

Existen multitud de espectrofotómetros y colorímetros, y aunque está demostrado que son mejores que las guías de color, también existen diferencias entre ellos.

En un estudio de Kim Pusateri de 2009, se compararon la Spectroshade® (MHT Optic Research AG, Niederhasli, Switzerland) que es un espectrofotómetro, la Easyshade® (Vident, Brea, Calif), también un espectrofotómetro, la Shadevision® (X-Rite America, Inc, Grand Rapids, Mich) que es una cámara digital con colorímetro y la Shadescan® (Cynovad, Montreal, Canada) otra cámara digital con colorímetro en un estudio in vitro.

En los resultados comprobaron que en cuanto a confiabilidad, todas eran bastante buenas menos la Shadescan®, y en cuanto a exactitud, la Easyshade® era la que mejor resultados obtuvo (Kim-Pusateri et al. 2009).

En otro estudio de Stephen J Chu et al. de 2010, se compararon otros cinco sistemas, tanto in vitro como in vivo, y en los resultados in vivo, que son los que afectan a este estudio, la Easyshade® fue la que mejores resultados obtuvo (Chu et al. 2010) al igual que en el estudio de Dozic en 2007 (Dozić et al. 2007) o el de Amengual en 2005 (Amengual-Lorenzo et al. 2005).

En el estudio de Kashayar en 2012, se compararon la Easyshade® con la Spectroshade®, sobre los dientes anterosuperiores de 102 sujetos, obteniendo malos resultados y muy poca concordancia entre los dos sistemas. Esto pudo deberse a que no utilizaron guía de posicionamiento para medir siempre en el mismo tercio, sino que medían con un calibre el punto en el que debían medir.

También hay que tener en cuenta que el Spectroshade®, tiene un terminal muy amplio, y aunque la luz verde te indica la correcta angulación, tiene mucha más variación que la Easyshade®, y no creemos sean fácilmente comparables (Khashayar et al. 2012).

En un estudio de Gegauff, en 1993, el colorímetro resultó ser la mejor opción (Gegauff et al. 1993), pero pasados los años, y analizando los estudios nombrados anteriormente, el espectrofotómetro es el sistema más eficaz de medición del color actual.

Tras la revisión bibliográfica y analizando lo anteriormente descrito, optamos en nuestro estudio por realizar la medición del color con el sistema espectrofotométrico Easyshade® (Vident, Brea, Calif).

Como hemos dicho, estos sistemas, aunque son fiables no son siempre exactos. Por ello en este estudio, la calibración de la Easyshade® se realizó una vez por cada diente que se medía, y se realizaban 3 mediciones por diente, asegurándose que al menos 2 de ellas coincidiesen (Perez et al. 2011).

Múltiples artículos demuestran la repetibilidad del método midiendo cada espécimen in vivo tres veces y obteniendo una media representativa de cada muestra para disminuir así la dispersión de la medidas, como el de Kim-Pusateri en 2009, donde medía hasta 5 veces el mismo punto (Kim-Pusateri et al. 2009) y el trabajo de Amengual que también midió 5 veces cada punto de estudio (Amengual-Lorenzo et al. 2005).

A pesar de los enormes beneficios que la medición del color de forma objetiva ha aportado a la Odontología, existen algunas limitaciones científicas en relación a estos dispositivos. Hay autores (Gozalo-Díaz et al. 2007) que advierten de las posible discrepancia de color que pueden presentar los instrumentos de selección de color de uso clínico debido al “efecto de fondo perdido” que sufren frente a materiales translúcidos cuando tanto la iluminación como la luz reflejada por el objeto siguen el mismo camino en un captador estrecho. Para evitar el efecto de fondo perdido, algunos autores recomiendan el uso de una fuente de luz externa que no produzca sombras y un espectralradiómetro.

Como el propio Gozalo-Díaz (2007) describe en su artículo, el uso de dispositivos de medición del color industriales o de espectroradiómetros combinados con una luz externa que no produzca sombras. A nivel de validez científica en un laboratorio de investigación tiene mayor exactitud, pero tiene el inconveniente de que su uso clínico y de comunicación con el laboratorio in vivo es muy limitado ya que los estándares que emplean de reflectancia son planos y opacos (no curvados, texturizados y translúcidos como los tejidos odontológicos). Es por ello que en este estudio se prescindió de dichos instrumentos.

Con el propósito de conseguir la máxima fiabilidad y exactitud en nuestro estudio, se realizó algo que pocos estudios han hecho hasta ahora, una férula de posicionamiento.

En el análisis de anatomía dental que realizó Hasegawa, en el año 2000, se observó claramente que los dientes no son iguales en sus tres tercios, y que sus características anatómicas condicionaban mucho el color que transmitían.

Hasegawa observó que en el tercio incisal, los dientes eran muy translúcidos, lo cual hacía descender mucho la saturación, el croma, y el valor de los mismos. La zona cervical en cambio era demasiado saturada, pero la zona media del diente era la que mejor transmitía el color del mismo, coincidiendo con Schwabacher en 1990 (Schwabacher & Goodkind 1990). También determinó que a parte de la translucidez, opacidad, iridiscencia, pulido de la superficie y la fluorescencia, lo más importante en los dientes es el tono, el croma y el valor (Hasegawa, Ikeda, et al. 2000). Lo mismo observaron Terry en 2012 (Terry et al. 2002) y Schwabacher en 1994 (Schwabacher et al. 1994).

En dos estudios de Wetter en 2009 y Obrien en el 97 se compararon diferencias de color entre las zonas del diente, observando Obrien que la parte cervical, además de lo comentado por Hasegawa, también se veía afectada por la sombra arrojada por los tejidos blandos adyacentes (O'Brien et al. 1997). Wetter sin embargo, realizó tres tipos de blanqueamiento, LED, Láser y domiciliario para intentar observar diferencias de blanqueamiento entre los incisivos y los caninos, observando que al final del tratamiento los dos habían llegado al mismo blanco, a

pesar de que durante el tratamiento el cambio que sufría el canino fue mayor (Wetter et al. 2009).

En su revisión sistemática de 2004, Joiner hace hincapié de realizar no solo mediciones de diferencias entre dientes de una misma arcada, sino también de realizarlas entre arcadas, por eso en este estudio también se decidió observar los cambios de color en la arcada inferior, para poder analizar posteriormente, en otro estudio, este problema suscitado por Joiner (Joiner 2004).

9.2.2.3 Férulas

En este estudio se han utilizado férulas de posicionamiento para tener un protocolo muy firme y poder medir siempre en el mismo área del diente.

Karamouzos et al., en 2007, también observó que los espectrofotómetros sólo hacen buenas lecturas cuando están situados sobre una superficie plana del diente, pero en las zonas curvas, como son mesial, distal o dientes posteriores, es muy difícil conseguir que los espectrofotómetros sean reproducibles y exactos (Karamouzos et al. 2007).

Para paliar estos dos problemas se confeccionó la férula de posicionamiento, la cual se adapta perfectamente a la arcada del paciente, y tiene una perforación de 5x5mm que coincide con el tercio medio del diente. Al medir exactamente lo mismo que el terminal de la Easyshade® asegura que siempre se esté sobre la misma zona del diente. Esta misma férula ya se había realizado anteriormente en otros estudios como el de Llena en 2016 (Llena et al. 2016), Amengual et al. en 2005 (Amengual-Lorenzo et al. 2005) o el de Bizhang et al. en 2009 (Bizhang et al. 2009).

Aunque con esta férula está controlado el problema de la posición, bien es cierto que la inclinación del terminal también es un factor a tener en cuenta, y aunque la férula de posicionamiento en este estudio es de 3mm de grosor, hay otros estudios, como el de Da Costa en 2010, en los que se realiza una llave con

silicona del terminal que junto a la férula, impide cualquier tipo de movimiento ya sea de desplazamiento como de inclinación (da Costa et al. 2010) o los de Bernardon et al. que realizan la férula de posicionamiento directamente de silicona (Bernardon et al. 2010; Bernardon et al. 2015), al igual que Da Silva et al. (Da Silva et al. 2008) o Marson et al. (Marson et al. 2008).

Las férulas de blanqueamiento fueron realizadas con un grosor de 0,9 mm, y sin reservorio. Mucho se ha debatido acerca del uso o no de reservorios a la hora de realizar el blanqueamiento dental.

En 2007, Braun et al. observan en su estudio, que la utilización de reservorio parece tener un efecto positivo en el blanqueamiento dental al quedar parte del gel sin contactar con el esmalte dentario, de modo que podía fluctuar y comenzar de nuevo la reacción, pero no era estadísticamente significativo (Braun et al. 2007). El mismo resultado obtuvo Matis et al. en 2002 (Matis et al. 2002).

Por otro lado, en 2016, Surakanti observó, comparando un peróxido de carbamida al 10% con uno al 35%, con y sin reservorio, que no había diferencia entre utilizar reservorio o no a la hora realizar el blanqueamiento dental, pero que el grupo con reservorio en las férulas sí que presentó un mayor grado de inflamación gingival (Surakanti 2016).

En este estudio se decidió no hacer reservorio en las férulas de los pacientes para no introducir una nueva variable que todavía no está bien definida y argumentada en la literatura.

Nada más retirar las férulas se aconsejó a los participantes que no ingiriesen alimentos durante al menos tres horas. Esta recomendación se realizó en base a los estudios de Singh, en 2010 y de Azer, en 2011, en los que se observó que nada más terminar el blanqueamiento dental, el esmalte es mucho más susceptible a teñirse por pigmentos (Azer et al. 2011) (Singh et al. 2010).

Este hecho es estudiado más en profundidad por Berger en 2008 y Liporoni en 2010. Estos autores observan que depende del alimento o bebida de que se trate pueden producirse o no pigmentaciones de los dientes, si son ingeridos

inmediatamente después de la aplicación del agente blanqueante. Encuentran que los pacientes que se han realizado un blanqueamiento dental pueden tomar café nada más retirar las férulas de la boca, pero no vino tinto, pues este sí causaría una tinción significativa en el esmalte de ser ingerido tras la inmediata retirada del gel, siendo menor la absorción una semana después (Berger et al. 2008; Liporoni et al. 2010). En el estudio de Berger, debería tenerse en cuenta que el gel utilizado para este estudio in vitro fue un peróxido de hidrógeno a una muy alta concentración (35%), lo cual pudo ocasionar una mayor porosidad del esmalte con la subsecuente afinidad por los taninos del vino tinto.

En el estudio de Kim et al., en 2011, se observa que cuanto mayor sea la textura de la superficie del diente, mayor será la probabilidad de que dicho diente sufra el efecto de las tinciones (Kim et al. 2011).

9.2.2.4 CIE L*a*b*

Actualmente, el sistema de notación de color CIE L * a * b * (CIELAB, CIE76) de la CIE-Comisión Internacional de Iluminación es el más utilizado en las investigaciones in vivo e in vitro de color en la Odontología. Además, es importante señalar que los dispositivos de medición de color utilizados actualmente en Odontología utilizan casi exclusivamente el espacio de color CIELAB para las mediciones de color.

Además, los cambios cromáticos en las situaciones de práctica clínica y la investigación se evalúan generalmente por medio de las diferencias de color asociadas con este espacio de color (Joiner et al. 2008; Anon 2004).

El ser humano tiene aproximadamente 100 millones de bastones y 10 millones de conos en la retina. Dado que los bastones son los encargados de diferenciar el blanco y el negro, la luminosidad (L*) es la dimensión del color más perceptible por el ojo humano (Ruppertsberg et al. 2008; Lindsey & Wee 2007; Westland 2003) y por lo tanto la más crítica y valorada por parte de los pacientes y los propios dentistas a la hora de realizar restauraciones o valorar el

blanqueamiento dental. Por ello, para la toma de color, en los criterios de inclusión se ordenó la Guía Vita® por orden de valor, y por lo que tanta importancia se le da al valor L^* en nuestro estudio.

Dada la necesidad de establecer un índice de blanco basado en CIELAB que exhibiese una buena correlación con la evaluación visual, Ganz y Pauli (Ganz & Pauli 1995) realizaron una aproximación lineal de las anteriores fórmulas de blanco y de tono en el espacio de color CIELAB, desarrollando así el los índices W y T.

Aunque estas fórmulas caracterizaron bien la apariencia del blanco, se correlacionaron pobremente con la evaluación visual y con frecuencia fracasaban en la evaluación de especímenes blancos. Estos resultados, unidos a la gran aplicabilidad industrial del sistema de notación de color CIELAB, condujeron al desarrollo por parte de Guoxin He, en 2007, de un nuevo índice de blanco: el WLAB (He & Zhou 2007) que tuvo mejor correlación con las evaluaciones visuales de los observadores y también tuvo mejores resultados en términos de uniformidad y aplicabilidad que los índices previos.

En 2001, la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) recomendó su última fórmula sobre diferencias de color: CIEDE2000, que está considerada como el actual estándar ISO/CIE (ISO IOS-J03) (Westland 2003; M. R. Luo et al. 2001).

Sin embargo, esta nueva formulación y su aplicación a la Odontología también es controvertida en la literatura y, por el momento no aporta mejoras significativas (Xu et al. 2012), ya que, debido a la complejidad de la fórmula, las constantes paramétricas se estandarizan al valor de 1 y, las funciones ponderadas no solucionan el problema de la translucidez y el brillo de los tejidos dentales.

Estos motivos y el hecho de que prácticamente la totalidad de las investigaciones se realizan con el sistema CIELAB, nos llevó a la conclusión de que utilizar dicho sistema era más útil para comparar resultados con otros estudios.

Son diversos los autores que siguen intentando desarrollar nuevas fórmulas para una mejor interpretación del color dental en nuestro campo, la Odontología, como María del Mar Pérez, que desarrolló en 2016 una nueva fórmula:

el índice Wld, que en nuestra opinión, debe de ser evaluada y testada en futuros estudios (Pérez et al. 2016).

A la hora de interpretar los cambios de color, y teniendo en cuenta las observaciones anteriormente citadas, para poder así comparar nuestros resultados con los de otros estudios, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_0)^2 + (a_1 - a_0)^2 + (b_1 - b_0)^2}$$

Donde $\Delta L = L \text{ final} - L \text{ inicial}$; $\Delta a = a \text{ final} - a \text{ inicial}$, y $\Delta b = b \text{ final} - b \text{ inicial}$ (CIE 1978; Meireles et al. 2012).

Esta fórmula está demostrada como la más efectiva en todos los estudios que hemos analizado. Kim-Pusateri et al., en 2009, demostraron que este método da más confianza y es más estable con un 96% de éxito (Kim-Pusateri et al. 2009), siendo la más utilizada a la hora de medir el cambio de color en Odontología (Westland 2003; Bernardon et al. 2010; Sikri 2010).

Las mediciones siempre se tomaron con un tiempo preventivo de al menos 12 horas desde que el participante se aplicó el blanqueamiento. Esto prevenía el riesgo de sesgo por deshidratación de los dientes.

En el 2000, Russell demostró que nada más realizar un tratamiento de blanqueamiento, o simplemente tras una impresión de alginato, los dientes sufrían un proceso de deshidratación, provocando una subida de la L y un descenso de la saturación (b)(M. D. Russell et al. 2000), confirmándolo posteriormente Kashimatanaka et al., en 2003, (Kashimatanaka et al. 2003) y Carrasco et al., en 2007, (Carrasco et al. 2007).

En un estudio de Braun et al., en 2007, incluso se le pidió al paciente abrir y cerrar la boca varias veces durante el proceso de medición para evitar una deshidratación durante el mismo (Braun et al. 2007).

Al analizar los resultados, observamos que todos los grupos tuvieron un resultado exitoso a la hora de realizar el blanqueamiento dental.

Si tenemos en cuenta las medidas de Lab iniciales y finales mostradas en las tablas 36, 37 y 38, observamos cómo todos los pacientes en los grupos A y B tuvieron un aumento significativo de la L* y un descenso del valor b* (W. Luo et al. 2007; Association 2011; Meireles, Heckmann, et al. 2008).

Paciente 1						
DIENTE	Inicio	Inicio	Inicio	Final	Final	Final
11	L	a	b	L	a	b
	76,8	-1,3	16,8	81	-2,9	8,7
12	L	a	b	L	a	b
	72,2	-1,7	14,7	79	-2,4	6,2
13	L	a	b	L	a	b
	69,3	0,7	22,5	73,2	-1,9	7,2

Tabla 36. Valores de L, a y b iniciales y finales de un paciente elegido al azar

Paciente 2						
DIENTE	Inicio	Inicio	Inicio	Final	Final	Final
11	L	a	b	L	a	b
	75,3	-1,1	20	84,3	-1,8	14,5
12	L	a	b	L	a	b
	68,4	-0,5	17,6	83,2	-1,6	11,4
13	L	a	b	L	a	b
	68,2	1,7	27	88,7	-2,4	13

Tabla 37. Valores de L, a y b iniciales y finales de un paciente elegido al azar

Paciente 3						
DIENTE	Inicio	Inicio	Inicio	Final	Final	Final
11	L	a	b	L	a	b
	68,1	-1,2	15,8	83,3	-2	12,2
12	L	a	b	L	a	b
	73,3	-1,2	11,6	83,3	-2,3	10,5
13	L	a	b	L	a	b
	72,5	-0,4	17,1	81,3	-2,1	14,3

Tabla 38. Valores de L, a y b iniciales y finales de un paciente elegido al azar

Observando el ΔE inicial y final del grupo placebo (Tabla 39), observamos cómo hay un ligero aumento desde un $\Delta E_i=3,67$ y un $\Delta E_f= 4,31$. Realmente, este aumento es insignificante, y para nada significativo.

Richard Niederman, en su revisión sistemática del año 2000, ya observó que el grupo placebo suele blanquear en los estudios entre 0,7+- 0,6 puntos (Richard Niederman et al. 2000).

En este estudio se achaca a que los pacientes, como consecuencia del propio estudio, la toma de color y la motivación del blanqueamiento, se cepillan mejor los dientes. También podría deberse a una mínima deshidratación durante las tomas de color, pero como ya se ha comentado, es una cifra no significativa.

	ΔE inicial	ΔE final
	Placebo	Placebo
Media	3,678	4,31

Tabla 39. Valores ΔE inicial y final del grupo placebo

9.3 Resultados

9.3.1. Según el producto utilizado: peróxido de carbamida al 16% y peróxido de hidrógeno al 6%.

Se comenzó analizando el grupo A:

Estadísticamente hablando, se observa un nivel de significación menor que 0,05. Se llega a la conclusión por tanto de que el tratamiento A1, realizado con peróxido de carbamida al 16%, obtiene mejores resultados que el tratamiento A2, realizado con peróxido de hidrógeno al 6% (Tablas 13 y 40).

	ΔE final	ΔE final
	A1	A2
Media	10,114	8,484

Tabla 40. Valores ΔE final de los grupos A1 y A2

Si analizamos el grupo B:

A diferencia del análisis anterior, el nivel de significación o p-valor mayor que 0,05 lleva a aceptar la hipótesis nula de igualdad de medias para las diferencias entre los dos productos cuando son aplicados en días alternos durante 2 semanas (Tablas 15 y 41).

	ΔE final	ΔE final
	B1	B2
Media	9,797	9,413

Tabla 41. Valores ΔE final de los grupos B1 y B2

Analizando el grupo A, observamos que la diferencia entre A1 y A2, aunque estadísticamente significativa, no es grande: $\Delta E(A1) = 10,114$ y $\Delta E(A2) = 8,48$.

La diferencia apenas alcanza los dos puntos, lo cual no es prácticamente apreciable para el ojo humano y carece de relevancia clínica, tal y como se discutió en anteriores apartados (Tabla 23). No obstante, para entender mejor esta diferencia, decidimos evaluar, el ΔE final de cada diente en todos los grupos.

Estadísticamente, se observa que cuando se busca la diferencia entre el grupo A1 y A2, existen tres dientes con diferencias estadísticamente significativas. El diente 21, con una significación de 0,043, extremadamente cercana al 0,05 y los dientes 23 y 13, cuya significación fue de 0,001 y 0,007 respectivamente.

Diente	Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		
	F	Significación	t	gl	significación (bilateral)
11 Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	2,443	,126	1,266	38	,213
			1,266	34,639	,214
12 Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	,853	,361	-,139	38	,890
			-,139	37,235	,890
13 Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	,003	,960	2,827	38	,007
			2,827	37,973	,007
21 Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	,201	,656	2,098	38	,043
			2,098	37,274	,043
22 Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	3,425	,072	,512	38	,612
			,512	31,970	,612
23 Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	,348	,559	3,709	38	,001
			3,709	36,219	,001

Tabla 23. Pruebas paramétricas de contraste para los grupos A1 y A2 por dientes

Dado que la diferencia entre los grupos A1 y A2 es tan baja, podemos concluir que los dientes 21 del grupo A pueden haber obtenido unos valores iniciales (debido a la randomización del estudio), más bajos que los dientes 21 del grupo B, dando lugar a unos valores tan diferentes a los del resto de los dientes, y teniendo en cuenta que su nivel de confianza es muy cercano al 0,05 (0,043).

Son los caninos de ambos grupos, A y B, los que llaman la atención, pues su cambio de color o ΔE ha sido, en media, mucho más alto que el resto de los dientes a evaluar (Tablas 43 y 44).

ΔE pieza 13					
	A1	A2	B1	B2	Placebo
Media	13,26	10,34	12,56	10,92	5,81

Tabla 42. Valores ΔE final de todos los grupos en el diente 13

ΔE pieza 23					
	A1	A2	B1	B2	Placebo
Media	14,02	10,28	12,65	12,48	3,69

Tabla 43. Valores ΔE final de todos los grupos en el diente 23

En el estudio de Wetter de 2009, se observó la diferencia entre incisivos centrales y caninos, llegando a la conclusión de que cuanto más alejado de la línea media se esté, más oscuros son los dientes (Wetter et al. 2009), apoyándose en estudios como los de Hasegawa en el año 2000 (Hasegawa, Ikeda, et al. 2000; Hasegawa, Motonomi, et al. 2000) o el de O'Brien et al. en 1997 (O'Brien et al. 1997).

En este estudio de Dos Santos Medeiros en 2008, se observa que los caninos siempre parten de un color más oscuro (Santos Medeiros & de Lima 2008), apoyándose en otros autores como Gegauff en el 93 (Gegauff et al. 1993) o Braun en 2007 (Braun et al. 2007).

Asimismo, múltiples autores observan que los estudios que incluyen caninos en sus mediciones, obtienen una mayor diferencia de color (Haywood & Leonard 1998; Gegauff et al. 1993; Matis et al. 2000; Zekonis et al. 2003; Auschill et al. 2005; Grobler, Majeed, Hayward, et al. 2011).

En un estudio de 2017 de Aka et al. se dividen los dientes de los participantes en claros, medios y oscuros, demostrando que los dientes oscuros fueron los que mayor cambio experimentaron (Aka & Celik 2017), pudiendo atribuir este argumento demostrado, a los resultados que hemos obtenido en este estudio, y concluyendo, que efectivamente, los caninos son los dientes que más blanquean, y quizá deberían ser evaluados de forma independiente en posteriores estudios.

Si tenemos en cuenta la media, el resultado siempre es mejor al utilizar peróxido de carbamida al 16%, que al utilizar peróxido de hidrógeno al 6%, independientemente del protocolo de aplicación que se lleve a cabo.

En el estudio de Berga-Caballero de 2006, se compararon peróxido de carbamida al 10% y peróxido de hidrógeno al 3,5%, aplicados 2 horas y 3 horas al día, respectivamente, que en proporción de gel, es similar al comparado en este estudio. Tan solo evaluaron 6 pacientes, pero el resultado es similar al obtenido en nuestro estudio, ya que los dos productos producían el mismo efecto de blanqueamiento (Berga-Caballero et al. 2006).

Exactamente la misma comparación realiza Alonso de la Peña en 2006, comparando también un peróxido de carbamida al 10% y un peróxido de hidrógeno al 3,5%, aplicándolos 3 horas al día durante cuatro semanas y recogiendo la información con una guía de color, contando los tonos aclarados, obteniendo idénticos resultados que el anterior estudio. No existían diferencias de efectividad entre los dos productos (Alonso de la Peña & Balboa Cabrita 2006).

Mokhlis et al., en el año 2000, comparan peróxido de carbamida al 20% y peróxido de hidrógeno al 7,5%, de nuevo proporcionados, colocándolos una hora al día, dos veces al día, durante dos semanas, obteniendo de nuevo resultados similares a los de este estudio, encontrando que los dos productos eran igual de eficaces (Mokhlis et al. 2000).

Gerlach et al. Comparan, en el año 2000, sobre 36 pacientes, un peróxido de hidrógeno al 5,3%, en tiras adhesivas, una hora al día, con un peróxido de carbamida al 10%, 15% y 20%, dos horas al día, durante dos semanas, obteniendo mejores resultados tan sólo con los grupos de carbamida al 15% y 20% (Gerlach et al. 2000).

Nathoo et al., en 2003, compara en un estudio con medición del color mediante Guía Vita®, un peróxido de hidrógeno al 8,7% con un peróxido de carbamida al 25%, aplicando el gel durante toda la noche y vuelve a comprobar que tienen el mismo efecto ambos dos (Nathoo et al. 2003).

En 2012, da Costa compara dos concentraciones sobre 25 pacientes, que aunque proporcionadas son bastante altas comparadas con las de este estudio, un peróxido de carbamida al 35% y un peróxido de hidrógeno al 14%, en tiras adhesivas, aplicándolo 30 minutos al día durante dos semanas y el resultado sigue siendo igual para ambos dos productos, sin diferencias significativas (da Costa et al. 2012). En la figura 21, se aprecia una tabla que aparece en el artículo de da Costa, se puede apreciar cómo el peróxido de carbamida (TW) tiene valores más altos (1 unidad de ΔE) que el peróxido de hidrógeno en ambos tiempos, 15 y 30 días, pero no tiene relevancia significativa ni clínica.

Table 3: Spectrometric and Visual Results of Both Whitening Treatments at 15 and 30 Days (15 Days Postwhitening), Mean \pm Standard Deviation						
Treatment	Time, days	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	ΔBSG
TW	15	4.2 \pm 2.6	-1.7 \pm 1.2	-4.83 \pm 2.5	7.0 \pm 3	-3.0 \pm 1.5
TW	30	4.0 \pm 2.2	-1.7 \pm 1	-5.6 \pm 2.7	7.5 \pm 3	-3.0 \pm 1.4
WS	15	3.5 \pm 2	-1.4 \pm 1	-4.34 \pm 2.6	6.0 \pm 3	-3.0 \pm 1.6
WS	30	3.42 \pm 2	-1.5 \pm 1	-4.7 \pm 3	6.5 \pm 3	-3.0 \pm 1.6

Abbreviations: TW, tray whitening; WS, whitening strips.

Figura 21. Valores ΔE finales del artículo de da Costa en 2012

Bizhang, en 2009, compara un 10% de peróxido de carbamida con un 6% de peróxido de hidrógeno obteniendo, como resultado, un mejor blanqueamiento con el peróxido de carbamida al 10% (Bizhang et al. 2009). Este resultado puede ser debido a que el peróxido de carbamida fue aplicado durante toda la noche durante dos semanas, y el peróxido de hidrógeno tan solo 45 minutos, tres veces al día durante 3 semanas. Existiendo un protocolo tan diferente, difícilmente se pueden comparar los dos sistemas.

La misma falta de homogeneidad aplica Donly en 2005, pudiendo sesgar el estudio al aplicar toda la noche el peróxido de carbamida y tan solo 30 minutos dos veces al día el peróxido de hidrógeno durante dos semanas sobre 51 pacientes y utilizando análisis de fotografía para las mediciones del color (Donly et al. 2005). Además, Donly evalúa sólo el cambio de los ejes L, a y b pero no el cambio de color ΔE .

El mismo resultado obtuvo Aka, en 2017, comparando un 10% de peróxido de carbamida y un 6% de peróxido de hidrógeno, en 92 sujetos, durante dos semanas, obteniendo como conclusión final que el grupo de peróxido de carbamida al 10% era más eficiente que el peróxido de hidrógeno al 6%, resultado que podría estar sesgado debido a que el peróxido de hidrógeno sólo fue aplicado en boca durante una hora, mientras que el peróxido de carbamida se aplicó 8 horas diariamente (Aka & Celik 2017). Si analizamos los resultados de la figura 22, en cada uno de los 3 grupos, (dientes claros, medios y oscuros), se aplicó peróxido de carbamida al 10% y peróxido de hidrógeno al 6% y en todas las mediciones del día 10 y 14, (final del tratamiento), el peróxido de carbamida obtiene mejores resultados de ΔE .

	Light				Medium dark				Dark			
	10d-B (t ₁)	14d-B (t ₂)	2w-B (t ₃)	6m-B (t ₄)	10d-B (t ₁)	14d-B (t ₂)	2w-B (t ₃)	6m-B (t ₄)	10d-B (t ₁)	14d-B (t ₂)	2w-B (t ₃)	6m-B (t ₄)
Bleaching system	ΔE*	ΔE*	ΔE*	ΔE*	ΔE*	ΔE*	ΔE*	ΔE*	ΔE*	ΔE*	ΔE*	ΔE*
10% CP/PPF	5.0 (1.7) ^a	5.9 (2.0) ^a	5.4 (1.6) ^a	4.8 (1.7) ^a	7.0 (2.1) ^a	8.1 (2.4) ^a	7.6 (2.0) ^a	6.9 (2.2) ^a	9.8 (2.4) ^a	11.1 (2.5) ^a	10.4 (2.2) ^a	9.8 (2.1) ^a
6% HP/Go	3.3 (1.4) ^b	3.8 (1.6) ^b	3.6 (1.5) ^b	3.3 (1.3) ^b	4.8 (1.8) ^b	5.7 (1.9) ^b	5.9 (5.7) ^b	4.9 (1.7) ^b	5.7 (2.0) ^b	6.8 (2.2) ^b	6.6 (2.0) ^b	6.2 (1.9) ^b
Control	1.1 (0.9) ^c	1.4 (0.9) ^c	1.3 (0.6) ^c	1.6 (0.9) ^c	1.0 (0.6) ^c	1.2 (0.8) ^c	1.4 (1) ^c	1.3 (0.7) ^c	1.0 (0.6) ^c	1.1 (0.7) ^c	1.1 (0.8) ^c	1.3 (0.9) ^c
p value	0.000* ^β	0.000* ^β	0.000* ^β	0.000* ^β	0.000* ^β	0.000* ^β	0.000* ^α	0.000* ^β	0.000* ^β	0.000* ^β	0.000* ^β	0.000* ^β
B, baseline values. *Different letters in the same column indicate the statistical significance ($p \leq 0.05$, One-way ANOVA, α : Bonferonni, β : Dunnett-C).												

Figura 22. Valores ΔE finales del artículo de Aka en 2017

En la revisión sistemática de Luque-Martínez, de 2016, llegaron a la conclusión, de que aunque estadísticamente las diferencias entre el peróxido de carbamida y el peróxido de hidrógeno eran nulas, el peróxido de carbamida parecía obtener mejores resultados en media, tal y como ocurre en este estudio (Luque-Martínez et al. 2016). Igualmente en la revisión de estudios de Matis et al. de 2009, en la que concluyen que el mejor tratamiento para realizar un blanqueamiento dental es un tratamiento domiciliario con peróxido de carbamida (Matis et al. 2009).

Linda Greenwall asegura que el peróxido de hidrógeno necesita menos tiempo para blanquear que el peróxido de carbamida (Greenwall 2001), algo con lo que no coincide el estudio realizado por Frysh en 1991 (Frysh et al. 1991).

En el estudio publicado en 2016 por Publio et al., se llegó a la conclusión de que el peróxido de carbamida y el peróxido de hidrógeno eran igual de efectivos, algo que coincide con nuestros resultados, y se observó que el grosor de capa de esmalte aprismático de los dientes a tratar no era un factor influyente a la hora de realizar el tratamiento (Públio et al. 2016).

9.3.2. Según el protocolo de aplicación.

En este caso, se comparan los grupos A1 contra B1, y A2 contra B2, para valorar tan solo el protocolo de aplicación, pero no los productos entre sí.

Si observamos los valores de A1 contra B1:

Estadísticamente hablando, se obtiene un nivel de significación mayor que 0,05. Se llega a la conclusión de que el tratamiento A1, realizado todos los días, obtiene resultados similares que el tratamiento B1, realizado en días alternos, cuando se aplica un gel de peróxido de carbamida al 16% (Tabla 44).

	ΔE final	ΔE final
	A1	B1
Media	10,114	9,797

Tabla 44. Valores ΔE final de los grupos A1 y B1

Si observamos los valores de A2 contra B2:

Estadísticamente hablando, se obtiene un nivel de significación mayor que 0,05. Se llega a la conclusión de que el tratamiento A2, realizado todos los días, obtiene resultados similares que el tratamiento B2, realizado en días alternos, cuando se aplica un gel de peróxido de hidrógeno al 6% (Tabla 45).

	ΔE final	ΔE final
	A2	B2
Media	8,484	9,413

Tabla 45. Valores ΔE final de los grupos A2 y B2

En este caso se cumple la hipótesis nula, y los dos tratamientos parecen ser igual de efectivos.

Como mera hipótesis, este hecho podría ser debido a que la saturación por parte de los tejidos dentarios fuese suficiente como para no absorber más peróxido de hidrógeno en función de la frecuencia de las aplicaciones (Haywood et al. 1990; Bowles & Thompson 1986).

Todos los días	Baseline	$\Delta E1$	$\Delta E2$	$\Delta E3$	$\Delta E4$	$\Delta E5$	$\Delta E6$	$\Delta E7$	$\Delta E8$	$\Delta E9$	$\Delta E10$
Peróxido de carbamida	0	3,84	4,85	5,77	6,38	6,72	7,13	7,75	8,46	9,67	10,11
Aumento de ΔE	0,0	3,8	1,0	0,9	0,6	0,3	0,4	0,6	0,7	1,2	0,4
Peróxido de hidrógeno	0	5,47	5,53	6,28	7,47	7,88	7,99	8,13	8,23	8,34	8,48
Aumento de ΔE	0,0	5,5	0,1	0,8	1,2	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Tabla 46. Valores ΔE registrados cada día en los grupos A1 y A2

Días alternos	Baseline	$\Delta E1$	$\Delta E2$	$\Delta E3$	$\Delta E4$	$\Delta E5$	$\Delta E6$	$\Delta E7$	$\Delta E8$	$\Delta E9$	$\Delta E10$
Peróxido de carbamida	0	5,56		6,29		7,76		8,54		9,79	
Aumento de ΔE	0,0	5,6		0,7		1,5		0,8		1,3	
Peróxido de hidrógeno	0	6,62		7,12		7,28		8,38		9,41	
Aumento de ΔE	0,0	6,6		0,5		0,2		1,1		1,0	

Tabla 47. Valores ΔE registrados cada día en los grupos B1 y B2

En las tablas 46 y 47 se puede apreciar una evolución más detallada de los dos protocolos. Se observa que en el caso de aplicación diaria, el peróxido de hidrógeno tiene una evolución más eficaz el primer día de medición con una diferencia de dos unidades de ΔE que se mantiene prácticamente hasta el día 6, el cual unifica tanto el peróxido de carbamida como el peróxido de hidrógeno en valores de ΔE .

No obstante a partir del día 8 se puede apreciar cómo el peróxido de carbamida aumenta el valor y acaba el día 10 con un valores más altos que el peróxido de hidrógeno.

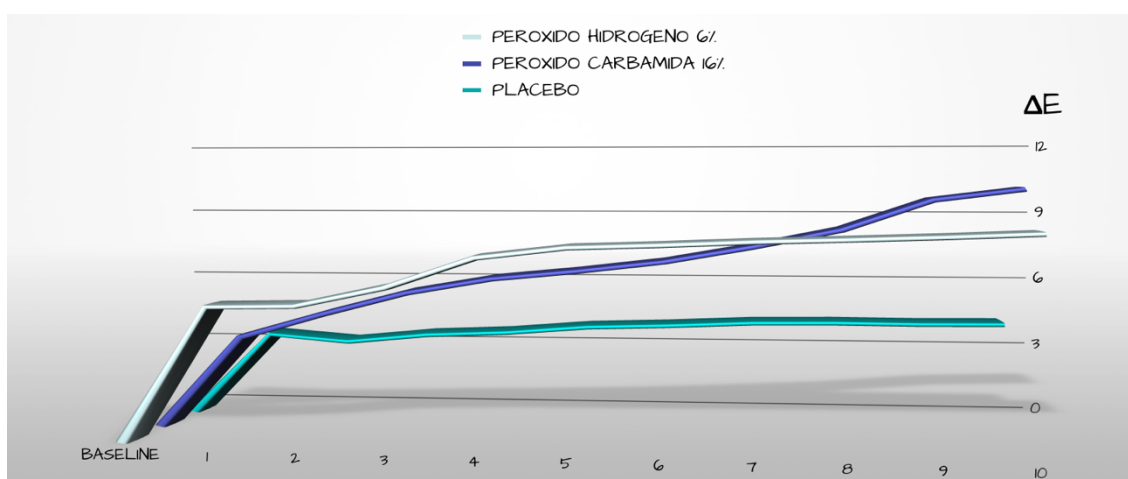
En el caso del protocolo de aplicación en días alternos, también se aprecia una mejor eficacia el primer día de medición del peróxido de hidrógeno, con un punto de diferencia de ΔE , que se mantiene hasta la tercera medición, que corresponde con la quinta medición del grupo de aplicación diaria. A partir de ese día los valores se mantienen parecidos terminando con un valor similar aunque un poco más elevado del peróxido de carbamida.

Como dato a tener en cuenta, al aplicar el producto en días alternos, el paciente puede llevar una dieta menos prohibitiva y tan solo se utilizaría la mitad de cantidad de producto que realizándolo todos los días.

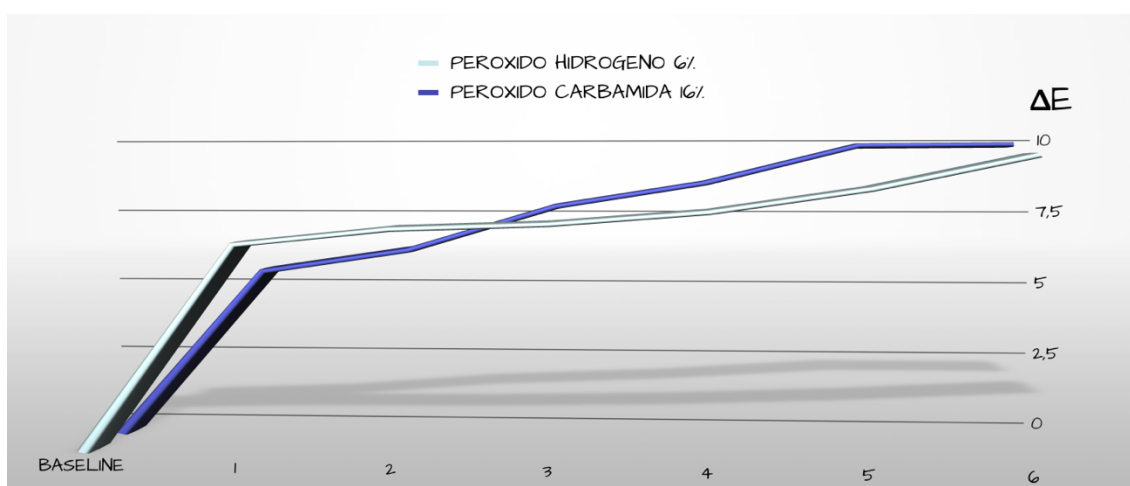
Dado que no se han encontrado en la literatura protocolos similares, no se pueden comparar nuestros resultados con los de otros autores, llegando a la conclusión de que, a espera de futuros estudios que lo refuercen, se puede sugerir que es igual de efectivo utilizar el blanqueamiento dental todos los días que utilizarlo solo en días alternos.

9.3.3 Progresión del cambio de color.

Este punto es el más original y novedoso que presenta este estudio, ya que observando las gráficas y las tablas de evolución diaria, podemos por primera vez, analizar en qué momento se producen los máximos efectos del blanqueamiento dental domiciliario.



Gráfica 1. Registro diario de los grupos A1, A2 y placebo



Gráfica 2. Registro diario de los grupos B1 y B2

En las gráficas 1 y 2, se puede realizar una primera observación e impresión visual de la evolución del tratamiento según el protocolo y el producto utilizado.

Observamos un primer incremento importante en los primeros días y un aumento gradual el resto del tratamiento, que analizaremos con más detalle observando las siguientes tablas.

Todos los días	Baseline	ΔE1	ΔE2	ΔE3	ΔE4	ΔE5	ΔE6	ΔE7	ΔE8	ΔE9	ΔE10
Peróxido de carbamida	0	3,84	4,85	5,77	6,38	6,72	7,13	7,75	8,46	9,67	10,11
Aumento de ΔE	0,0	3,8	1,0	0,9	0,6	0,3	0,4	0,6	0,7	1,2	0,4
Peróxido de hidrógeno	0	5,47	5,53	6,28	7,47	7,88	7,99	8,13	8,23	8,34	8,48
Aumento de ΔE	0,0	5,5	0,1	0,8	1,2	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Tabla 46. Valores ΔE registrados cada día en los grupos A1 y A2

Días alternos	Baseline	$\Delta E1$	$\Delta E2$	$\Delta E3$	$\Delta E4$	$\Delta E5$	$\Delta E6$	$\Delta E7$	$\Delta E8$	$\Delta E9$	$\Delta E10$
Peróxido de carbamida	0	5,56		6,29		7,76		8,54		9,79	
Aumento de ΔE	0,0	5,6		0,7		1,5		0,8		1,3	
Peróxido de hidrógeno	0	6,62		7,12		7,28		8,38		9,41	
Aumento de ΔE	0,0	6,6		0,5		0,2		1,1		1,0	

Tabla 47. Valores ΔE registrados cada día en los grupos B1 y B2

En el caso del grupo A (Tabla 46), se puede apreciar cómo los primeros dos-cuatro días, se produce un aumento de 3,8 puntos en el caso del peróxido de carbamida y 5,47 puntos en el caso del peróxido de hidrógeno, coincidiendo con los estudios anteriormente citados en que el peróxido de hidrógeno es más rápido en los primeros días pero luego se estabiliza con el peróxido de carbamida y acaban mostrando resultados similares (Greenwall 2001), algo que también observa Llena en su estudio in vitro de 2017 sobre 20 dientes, donde observaban que en la primera medición se alcanzaban las 10 unidades de ΔE mientras que al final del estudio el crecimiento había sido sólo de 5 unidades (Llena et al. 2017).

A partir de ese punto, el segundo día, el peróxido de hidrógeno se mantiene prácticamente igual, mientras que el peróxido de carbamida sube una unidad entera. El tercer día ambos suben una unidad, y aunque el peróxido de hidrógeno se mantiene casi inalterado o va subiendo muy gradualmente, el peróxido de carbamida tiene aumentos más significativos, de una unidad e incluso de 1,2 unidades de ΔE en el día 9 de tratamiento.

En el caso del grupo B (Tabla 47), hay que tener en cuenta que el día 1 de medición corresponde a dos días de tratamiento en el grupo A, y el día 2 a cuatro, debido a que la utilización producto y las mediciones del color se realizan cada dos días.

Al igual que en el grupo A, se puede observar cómo los primeros cuatro días el peróxido de carbamida aumenta 5,6 unidades y el peróxido de hidrógeno 6,62 unidades. Sin embargo, al igual que en el primer grupo, el peróxido de hidrógeno va aumentando su ΔE progresivamente, en incrementos de 1 unidad mientras que el peróxido de carbamida tiene aumentos de 1,5 unidades en la tercera medición y de 1,3 en la quinta.

No se pudo establecer un momento exacto de máximo blanqueamiento dental debido a que el efecto siguió produciéndose a lo largo de las dos semanas sin llegar a estabilizarse. Para poder confirmar este punto, habría que evaluar en futuros estudios el tratamiento a un plazo más largo, hasta encontrar la estabilización total del blanqueamiento.

9.3.4 Dos semanas VS cuatro semanas

En este caso, tan sólo se realizó el aumento de tiempo en el grupo B, de modo que la comparación será del grupo B1 para las mediciones de los días 6 y 12, correspondientes a las semanas dos y cuatro, y del grupo B2 para los mismos días.

En el caso del grupo B1:

Concluimos rechazando la hipótesis nula y asumiendo diferencias entre los valores de blanqueamiento de los días 6 y 12 que, respectivamente, toman medias de 9,79 y 10,80, por lo que se presupone mayor blanqueamiento al final de la cuarta semana, aunque la diferencia, aún siendo significativa, no es clínicamente relevante ni visible para el ojo humano.

En el caso del grupo B2:

Se concluye rechazando la hipótesis nula de igualdad de medias y asumiendo diferencias estadísticamente significativas entre los valores de blanqueamiento obtenidos del día 6 al día 12 al ser las medias 9,41 y 10,62 respectivamente. Se presupone mayor el blanqueamiento al final de la cuarta semana. Al igual que en el grupo B1, la diferencia no es relevante si la analizamos desde un punto de vista clínico y no estadístico.

En una revisión sistemática y un meta-análisis de de Geus et al., en 2016, se observó que era muy difícil llegar a comparar estudios de blanqueamiento en Odontología debido a la discordancia de material y método que había entre los distintos autores. Una de las variaciones más frecuentes fue la duración del estudio, que era de 6 días en algunos estudios, 14 días y hasta 28 días en otros estudios analizados (de Geus et al. 2016).

Karina Bernardon, publicó un estudio en 2015 (Bernardon et al. 2015), en el que analizaba en qué semana del tratamiento el paciente conseguía estar satisfecho con su blanqueamiento dental. Comparó peróxido de carbamida al 10% y al 22% y aplicó el gel hasta que los pacientes estuvieron satisfechos, midiendo el color al inicio, a las dos semanas, a las cuatro semanas, y al final, en la sexta semana. El material y método utilizado en este estudio es muy parecido al que aquí hemos desarrollado. Utilizan el mismo espectrofotómetro, la misma huella de silicona de posicionamiento y un buen registro fotográfico. En sus conclusiones, Bernardon observa que las diferentes concentraciones producen similares resultados, algo ya comentado anteriormente en otros estudios, y que la mayoría de los pacientes pararon entre las semanas 5 y 6. De 30 pacientes, sólo 12 pararon en la cuarta semana, 10 en la quinta y 8 en la sexta. Es de resaltar que a partir de la cuarta semana, el cambio de color, aunque seguía aumentando, ya era prácticamente insignificante, sin llegar a un ΔE de 3 puntos.

Con los datos obtenidos en nuestro estudio y el análisis de los estudios publicados, se puede interpretar que independientemente del producto utilizado, utilizar el gel cuatro semanas, obtiene mejores resultados que utilizarlo dos

semanas, pero no es una diferencia de ΔE lo suficientemente alta como para ser relevante desde un punto de vista clínico.

Hay que tener en cuenta que el blanqueamiento dental conlleva una serie de protocolos, monotonía y dieta que el paciente ha de cumplir, y que ha de tenerse en cuenta a la hora de prolongar mucho tiempo el tratamiento, más aún cuando estamos observando que el cambio de color no es relevante. No obstante, utilizarlo más allá de cuatro semanas no parece tener una gran relevancia clínica según los estudios analizados.

9.3.5 Efectos secundarios

Uno de los efectos secundarios comúnmente encontrado en el blanqueamiento dental es la sensibilidad durante el tratamiento, y el miedo de los pacientes a continuar con esa sensación una vez terminado el proceso (Kielbassa et al. 2015; Hasson et al. 2007; Auschill et al. 2005; Li et al. 2004; Brunton et al. 2004; Kihn et al. 2000).

En un estudio de Browning et al., en 2007, sobre 172 pacientes, se llegó a la conclusión de que la hipersensibilidad aparece al menos 3 veces en un blanqueamiento de 2 semanas en un 77% de los pacientes (Browning et al. 2007), aunque Mondelli, en 2012 demostró, apoyándose también en otros autores, que los pacientes pierden dicha sensibilidad pasado un tiempo tras el blanqueamiento (Mondelli et al. 2012).

Es por eso que en este estudio se quiso evaluar el grado de sensibilidad de los pacientes con cada producto y cada protocolo e intentar relacionarlo también con las horas de aplicación del gel diariamente.

De Geus et al., en su revisión sistemática de 2016, en la que intentaban observar la sensibilidad durante tratamientos domiciliarios y en clínica, comentan la heterogeneidad de protocolos en cuanto a horas de aplicación que hay entre todos los estudios, y que dicha variedad hace difícil la comprensión y demostración de la etiología de la sensibilidad dentinaria en los tratamientos de blanqueamiento dental (de Geus et al. 2016).

En el estudio de Berga-Caballero et al., de 2006, al comparar el peróxido de hidrógeno con el peróxido de carbamida, no encontraron signos de sensibilidad cuando los pacientes se ponían las férulas 3 horas al día (Berga-Caballero et al. 2006), coincidiendo esa ausencia de sensibilidad, independientemente del tiempo o la concentración con otros estudios como el de Mokhlis en el año 2000 (Mokhlis et al. 2000), Barnes et al. (Barnes et al. 1998), Reinhardt et al. (Reinhardt et al. 1993) o Tam (Tam 1999).

Sin embargo, autores como Nathoo et al. (Nathoo et al. 2001), Kihn et al. (Kihn et al. 2000) o Leonard et al. (Leonard et al. 1998), sí observaron que a mayor concentración (utilizaban un 10% y un 15%) mayor sensibilidad experimentaban los participantes, aunque el estudio de Nathoo duraba una semana y la encuesta se realizó pasada dicha semana, lo cual puede influenciar en el recuerdo del participante. En el estudio de Kihn lo que se observó es que de los 57 participantes, aquellos que utilizaron el peróxido de carbamida al 15% notaron una mayor variabilidad de dicha sensibilidad. Por último, el de Leonard es un estudio in vitro, que sugiere que sus resultados y observaciones en cambios morfológicos pueden estar relacionados con un aumento de dicha sensibilidad.

Son muchos los estudios que reducen el número de horas que el paciente portará la férula diariamente, en contraste con los antiguos protocolos de portar toda la noche el gel en la boca (Haywood & Leonard 1998).

En este estudio de Hannig et al. de 2005, se compararon 5 tipos distintos de geles, un gel placebo, tres peróxidos de carbamida al 10%, 15% y 16%, y un peróxido de hidrógeno al 6% en tiras. Se recogieron muestras de la saliva del

participante cada 2 minutos durante los primeros 10 minutos de tratamiento y cada 5 minutos el resto del tiempo (20 minutos) y se observó la degradación del gel al entrar en contacto con los medios orales y el diente, llegando a la conclusión de que 3 horas serían suficientes ya que pasado ese tiempo la acción del gel sería nula (Hannig et al. 2005).

En un estudio de Matis sobre la degradación del peróxido de hidrógeno in vivo, se trató a 15 pacientes, con un peróxido de carbamida al 10%, durante 15 segundos, una, dos, cuatro, seis y diez horas en tres ocasiones diferentes y se analiza cada férula retirada en dichos tiempos y también llegan a la conclusión de que 3 horas al día es suficiente (Matis et al. 1999), apoyándose en estudios como el de Aldana en el 91 (Aldana et al. 1991).

Haywood define este fenómeno como la saturación del propio tejido dentario, que lleva al mismo a impedir la entrada del gel, esté o no liberado el oxígeno al completo (Haywood et al. 1990), coincidiendo con Bowles en 1986 (Bowles & Thompson 1986).

En el estudio de Alonso de la Peña de 2006, también aplican 3 horas el gel (Alonso de la Peña & Balboa Cabrita 2006), y señalan que a los 30 minutos de blanqueamiento, el gel ya ha liberado el 50% del oxígeno, apoyándose en un estudio comparativo de 23 productos diferentes de blanqueamiento domiciliario (Anon 2001).

En el año 2000 y 2002, Matis publicó dos estudios en los que afirmaba que el peróxido de carbamida, tenía un 50% de liberación entre las dos y cuatro primeras horas, y el resto se consumía exponencialmente hasta las 6 horas (Matis et al. 2000; Matis et al. 2002).

Además, el mismo Matis observó en 2003 que el peróxido de hidrógeno se consume de una manera más rápida, habiendo liberado en una hora prácticamente el 100% del oxígeno (Al-Qunaian & Matis 2003).

Gerlach et al., en 2003, evalúan en un meta-análisis 18 estudios que utilizan el peróxido de hidrógeno al 6% dos veces al día durante 30 minutos dos semanas, llegando a la conclusión de que este producto produce una sensibilidad moderada en un 18% de los 316 participantes registrados en los 18 estudios (Gerlach et al. 2003).

En 2004, Collins et al. realizaron un estudio sobre 128 sujetos en el que comparaban la sensibilidad entre un peróxido de hidrógeno al 6% y un peróxido de carbamida al 18% utilizándolos durante dos veces al día las horas que indicase el fabricante durante 14 días, llegando a la conclusión de que portarlos más veces o más tiempo no afectaba a la sensibilidad (Collins et al. 2004).

Más adelante, Cardoso en 2010, publicó un estudio en el que comparaban diferentes tiempos de blanqueamiento con un peróxido de carbamida al 10%, llegando a la conclusión de que cuantas más horas se portase el producto diariamente, más sensibilidad experimentarían los pacientes (Cardoso et al. 2010).

En el estudio de Joiner et al. de 2004, intentaron averiguar si el peróxido de hidrógeno afectaba de alguna forma a la dentina o al esmalte dentario provocando esta sensibilidad característica del blanqueamiento dental, llegando a la conclusión de que el gel no tenía ningún efecto dañino sobre el esmalte dentario (Joiner et al. 2004), apoyándose en estudios como el de Slezak et al. en 2002 (Slezak et al. 2002), Tong et al. en 1993 (Tong et al. 1993), Bistley et al. en 2007 (Bistey et al. 2007) y Donald White et al. en 2002 (White et al. 2002).

No obstante, Patricia Moreiras sí que observó alteraciones a nivel de la dentina, pero tan solo temporales, pues a los 14 días la dentina volvía a estar intacta (de Freitas et al. 2002; Kugel et al. 2007; Kugel et al. 2006; Basting et al. 2003; NC 1998; Cadenaro et al. 2010).

El último estudio publicado acerca del daño a las estructuras dentarias ha sido realizado por Polydorou en 2017, y no observa ninguna alteración de las

estructuras dentarias independientemente del tiempo que permanezca el gel en boca (Polydorou et al. 2017).

Por otro lado, también en Julio de 2017, Carmen Llena publicó un estudio in vitro, en el que comparaban un peróxido de carbamida al 16% aplicado en dos grupos, uno de 14 horas y otro de 28 horas y un peróxido de hidrógeno al 37,5% aplicado en dos grupos, uno de 30 minutos y otro de 60 minutos. En los resultados, encontraron cambios morfológicos estadísticamente mayores en el grupo de peróxido de hidrógeno durante 60 minutos que en el grupo de 30 minutos mientras que en el grupo de peróxido de carbamida no hubo cambios morfológicos independientemente del tiempo aplicado (Llena et al. 2017).

Se han llegado a evidenciar, en pocos estudios, incluso cambios sistémicos en los pacientes durante la administración del blanqueamiento dental, entre los que se destacan el aumento de la MDA (un marcador del stress oxidativo), analizando muestras de sangre de los pacientes antes y después del tratamiento. En su estudio, publicado en 2017, Akbari propone realizar futuros estudios con tratamientos antioxidantes como la vitamina C para paliar el problema (Akbari et al. 2017).

Sin embargo, en otro estudio de Meireles en 2014, la salud psicológica de los pacientes mejoró tras realizarse el blanqueamiento dental, ganando en calidad de vida, sonriendo más y perdiendo la vergüenza a hacerlo, pero también se detectó que el paciente, debido a la sensibilidad, se cepillaba menos, lo cual va en contra de su salud bucal (Meireles et al. 2014).

Actualmente se investiga añadiendo calcio a los productos de blanqueamiento dental, favoreciendo así la remineralización y la resistencia erosiva de los dientes tras un blanqueamiento dental, tratando de evitar la sensibilidad dentaria en los tratamientos, con recientes estudios publicados como el de María de Fátima Carvalho de 2017 (de Fátima Carvalho Vasconcelos et al. 2017; Borges et al. 2012).

En nuestro estudio, la escala numérica para identificar la sensibilidad fue del 0 al 5, en la que 0 es que no ha tenido nada de sensibilidad y 4 que la sensibilidad ha sido casi insoportable.

En el estudio de Meireles de 2008, utilizan, al igual que nosotros, una escala del 0 al 4 para medir la sensibilidad (Meireles, Heckmann, et al. 2008), al igual que lo hizo Mokhlis en el año 2000 (Mokhlis et al. 2000).

En el presente estudio la sensibilidad afectó aun 27,6% de los sujetos de forma muy leve, a un 11,2% de los sujetos de forma moderada (grado 2) y a un 6,1% de forma moderada (grado 3).

El grupo placebo, como era de esperar obtuvo un 90% de ausencia total de sensibilidad y un 10% de sensibilidad muy leve. Dicha sensibilidad podría ser debida a un mero hecho de mayor cepillado por parte de los pacientes, el cual podría afectar a nivel gingival, repercutiendo en una leve exposición de los cuellos dentarios y provocando una ligera sensibilidad.

Asimismo, la férula podría causar irritación gingival, desarrollando una inflamación y molestia que el paciente podría confundir con sensibilidad.

Se han barajado también otras posibilidades, como que esta sensibilidad podría estar sugestionada por el mero hecho de que los participantes supiesen que estaban siendo tratados, o de que podían tenerla.

Cuando comparamos los grupos A y B, detectamos una diferencia importante.

El grupo A es el único grupo que ha obtenido valores de 3, un 10% en A1 Y un 20% en A2. También obtuvo valores de 2 en un 25% de los casos tanto en el grupo A1 como A2.

El grupo B, sin embargo, tan solo tuvo un 5% de valores 2 en el grupo B1 pero 0% en nivel 3 o 4.

Esto nos hace pensar que comparando A con B, el grupo A, que aplicaba el gel todos los días ha tenido una notable diferencia con el grupo B.

Intragrupo, podemos apreciar cómo el grupo A2, que aplica el peróxido de hidrógeno, obtuvo un 10% más de pacientes con nivel 3, algo poco significativo, pero que podría llevar a pensar que el peróxido de hidrógeno crea una mayor sensibilidad, como vimos que coincidían algunos autores en la discusión anterior (Gerlach et al. 2003).

Esto nos hace pensar, apoyándonos en los estudios que hemos analizado, que a mayor tiempo de exposición, con menores tiempos de descanso entre aplicaciones, el blanqueamiento dental produce mayor sensibilidad.

Creemos que ha sido un factor importante el haber aplicado solamente 3 horas diarias el blanqueamiento, ya que basándonos en los estudios analizados, éste ha reducido aún más el nivel de sensibilidad de los participantes en el estudio.

Tal y como vimos en su composición, el producto utilizado en este estudio, contiene además fluoruro de sodio, un desensibilizante, que hoy en día la gran mayor parte de los productos de blanqueamiento contienen, y que han sido testados en diferentes estudios como los de Chen en 2008 (Chen et al. 2008), Matis en 2007 (Matis et al. 2007) o Kugel en 2002 (Kugel et al. 2002) con excelentes resultados.

9.5 Dificultades y limitaciones del estudio

La mayor limitación que se encontró a la hora de realizar el estudio, fue la confianza en los participantes.

No se pudo controlar de ninguna forma, más que por su palabra, que realizaban bien el tratamiento, o seguían las pautas alimentarias que se les aconsejó. Se les explicó muy bien, a los participantes, lo importante que era para el éxito de su tratamiento y del estudio seguir todas las indicaciones que les dábamos y realizar correctamente el protocolo.

Para intentar disminuir este problema el máximo posible, los pacientes fueron advertidos de que el observador era capaz de interpretar los datos de medición y la utilización de las jeringas y saber si estaban portando bien el producto y cumplían con lo acordado.

En futuros estudios, se podría valorar la opción de tratar a los pacientes in situ, en la clínica, para poder controlar el tiempo de blanqueamiento y su correcta ejecución.

Otra limitación a tener en cuenta, podría deberse a la selección de los sujetos del estudio. El hecho de buscar a los participantes en la Facultad de Odontología, podría tener efectos adversos, ya que al tener conocimientos odontológicos, o un fácil acceso al tratamiento, podrían no tomarse tan en serio el estudio como los participantes ajenos a la profesión.

Se pudo apreciar durante el estudio, que el nivel de interés y de preguntas relacionadas con el buen uso de las férulas y los geles, fue mucho más notable en los participantes ajenos a la facultad.

También se detectó el problema de la incapacidad de medir la evolución del blanqueamiento los días no laborables, haciendo que sábados y domingos no

hubiese registro de la actividad, privando al estudio de una comprensión más profunda, fiel y homogénea de los resultados.

10. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las limitaciones de este estudio, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Tanto el peróxido de carbamida al 16% como el peróxido de hidrógeno al 6% son dos productos efectivos y ofrecen buenos resultados en el tratamiento de discoloraciones dentales.
2. El peróxido de carbamida al 16% es igual de efectivo que el peróxido de hidrógeno al 6%, independientemente del protocolo de aplicación utilizado.
3. Aplicar el gel de blanqueamiento todos los días o aplicarlo en días alternos produce el mismo resultado independientemente del producto utilizado.
4. El máximo incremento de blanqueamiento dental se produce en los primeros cuatro días del tratamiento, cursando posteriormente con un ascenso moderado del blanqueamiento en los días restantes, independientemente del producto utilizado.
5. El máximo incremento de blanqueamiento dental se produce en los primeros cuatro días del tratamiento, cursando posteriormente con un ascenso moderado del blanqueamiento en los días restantes, independientemente del protocolo utilizado.

6. Aplicar el gel de blanqueamiento dental cuatro semanas, en vez de dos semanas, produce un incremento de blanqueamiento dental estadísticamente significativo pero clínicamente no detectable.

7. La sensibilidad producida durante el tratamiento de blanqueamiento dental fue leve o moderada para los grupos A y B, independientemente del producto y del protocolo.

8. La aplicación de peróxido de carbamida al 16% produce una menor sensibilidad que la aplicación del peróxido de hidrógeno al 6%.

9. La aplicación del protocolo de días alternos produce una menor sensibilidad que el protocolo de aplicación diaria.

11. ANEXOS



**Informe Dictamen Protocolo Favorable
EECC con Medicamento – Unicéntrico/Local**

C.P. - N.E. - - - C.I. 14/503-P

25 de noviembre de 2014

CEIC Hospital Clínico San Carlos

Dra. Mar García Arenillas
Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos

CERTIFICA

1º. Que el CEIC Hospital Clínico San Carlos en su reunión del día 19/11/2014, acta 11.2/14 ha evaluado la propuesta del promotor referida al estudio:

Título: "ENSAYO CLÍNICO DE LAS VARIACIONES DEL COLOR DE UN TRATAMIENTO BLANQUEANTE DOMICILIARIO CADA 24 HORAS DURANTE 2 SEMANAS"

Código Interno: 14/503-P

Promotor: SDI Dental Limited

2º. Considera que:

- El ensayo se plantea siguiendo los requisitos del Real Decreto 223/2004, de 6 de febrero y las normas que lo desarrollan, y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- Son adecuados tanto el procedimiento para obtener el consentimiento informado como la compensación prevista para los sujetos por daños que pudieran derivarse de su participación en el ensayo.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.
- La capacidad del investigador y sus colaboradores, y las instalaciones y medios disponibles, tal y como ha sido informado, son apropiados para llevar a cabo el estudio.

3º. Por lo que este CEIC emite un **DICTAMEN FAVORABLE**.

4º. Este CEIC acepta que dicho ensayo sea realizado por:

Dr. Carlos Oteo Calatayud
Facultad de Odontología - Universidad de Complutense de Madrid
Dr. Jesús Oteo Calatayud
Facultad de Odontología - Universidad de Complutense de Madrid

Lo que firmo en Madrid, a 25 de noviembre de 2014

Dra. Mar García Arenillas
Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE ODONTOLOGIA

CONSENTIMIENTO INFORMADO SOBRE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

Investigador: Carlos Oteo Morilla
Directores: Dr. Jesús Oteo Calatayud y Dra. Dolores Oteo Calatayud

El presente documento informa:

1. Nuestro objetivo es realizar una investigación sobre el cambio del color durante diferentes tratamientos de blanqueamiento dental.
2. Los participantes deberán cumplir las visitas al centro para los registros y la aplicación del blanqueamiento cada día que corresponda según el grupo al que pertenezcan, pudiendo ser todos los días laborables o días alternos, durante un mínimo de dos semanas y un máximo de cuatro semanas
3. Los registros de color a los que han de someterse los participantes son con motivos docentes y serán utilizadas para la determinación del cambio de color conseguido durante el blanqueamiento.
4. Las fotografías realizadas serán utilizadas en la investigación para el registro y medición de parámetros necesarios para la realización de este estudio.
5. La participación en este estudio no conlleva ningún coste ni prueba adicional.
6. Mediante la firma de este documento nos autoriza a incluir los registros y fotografías dentro de una muestra para su posterior investigación sobre diferentes protocolos y productos de blanqueamiento dental.
7. Sus datos personales no serán expuestos en el estudio. Usted será identificado con un número para garantizar la protección de los datos.
8. Su colaboración es completamente voluntaria.
9. Usted ha sido informado de los detalles de manera individualizada y si precisa resolver alguna duda, consúltenosla antes de firmar esta autorización.

Yo D. _____ con DNI _____
me doy por enterado de los puntos que informa este documento y autorizo la utilización de los registros para incluirlos en un estudio de investigación.

Madrid, _____ de _____ de 201__

Fdo. D./Dña. _____

ANEXOS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y			
1	PACIENTE:												GRUPO:															
2	DIENTE:		1 INICIO			1 DIA			ΔE 1				2 DIA			ΔE 2				3 DIA			ΔE 3					
3		L	a	b	L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb				
4	11							0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00			
5		L	a	b	L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb				
6	12							0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00			
7		L	a	b	L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb				
8	13							0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00			
9		L	a	b	L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb				
10	21							0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00			
11		L	a	b	L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb				
12	22							0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00			
13		L	a	b	L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb				
14	23							0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00			
15																												

Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
4 DIA						ΔE 4	5 DIA						ΔE 5	6 DIA						ΔE 6
L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb	
			0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00
L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb	
			0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00
L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb	
			0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00
L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb	
			0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00
L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb	
			0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00
L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb	
			0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00
L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb	
			0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00
L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb		L	a	b	ΔL	Δa	Δb	
			0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00

AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO					
7 DIA						ΔE 7				8 DIA				ΔE 8				9 DIA				ΔE 9			
L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00					
			0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00					
L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00					
			0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00					
L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00					
			0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00					
L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00					
			0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00					
L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00					
			0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00					
L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00					
			0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00					
L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	0,00					
			0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00					

	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ		
	10 DIA			ΔE 10				11 DIA			ΔE 11			12 DIA			ΔE 12						
L	a	b		ΔL	Δa	Δb	0,00	L	a	b		ΔL	Δa	Δb	0,00	L	a	b		ΔL	Δa	Δb	0,00
				0,00	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	
L	a	b		ΔL	Δa	Δb		L	a	b		ΔL	Δa	Δb		L	a	b		ΔL	Δa	Δb	
				0,00	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	
L	a	b		ΔL	Δa	Δb		L	a	b		ΔL	Δa	Δb		L	a	b		ΔL	Δa	Δb	
				0,00	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	
L	a	b		ΔL	Δa	Δb		L	a	b		ΔL	Δa	Δb		L	a	b		ΔL	Δa	Δb	
				0,00	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	
L	a	b		ΔL	Δa	Δb		L	a	b		ΔL	Δa	Δb		L	a	b		ΔL	Δa	Δb	
				0,00	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	
L	a	b		ΔL	Δa	Δb		L	a	b		ΔL	Δa	Δb		L	a	b		ΔL	Δa	Δb	
				0,00	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	

12. BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad, I., 2009. Digital dental photography. Part 1: an overview. *British dental journal*, 206(8), pp.403–407.
- Aka, B. & Celik, E.U., 2017. Evaluation of the Efficacy and Color Stability of Two Different At-Home Bleaching Systems on Teeth of Different Shades: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*.
- Akbari, M. et al., 2017. Does at-home bleaching induce systemic oxidative stress in healthy subjects? *Australian Dental Journal*, 62(1), pp.58–64.
- Al-Qunaian, T.A. & Matis, B.A., 2003. In vivo kinetics of bleaching gel with three-percent hydrogen peroxide within the first hour. *Operative Dentistry*, pp.236–241.
- Aldana, L. et al., 1991. Inactivation of tooth whitener peroxide by oral fluids (abstract 1266). *Journal of dental research*, 70(Special Issue), p.424.
- Alkhudairy, R. & Tashkandi, E., 2017. The Effectiveness of a Shade-Matching Training Program on the Dentists' Ability to Match Teeth Color. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry*, 29(2), pp.E33–E43.
- Alonso de la Peña, V. & Balboa Cabrita, O., 2006. Comparison of the clinical efficacy and safety of carbamide peroxide and hydrogen peroxide in at-home bleaching gels. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 37(7), pp.551–556.
- AlSaleh, S. et al., 2012. Evaluation of self shade matching ability of dental students using visual and instrumental means. *Journal of Dentistry*, 40, pp.e82–e87.
- Alshiddi, I.F. & Richards, L.C., 2015. A comparison of conventional visual and spectrophotometric shade taking by trained and untrained dental students. *Australian Dental Journal*, 60(2), pp.176–181.
- Amengual-Lorenzo, J., Llana-Puy, M.C. & Forner-Navarro, L., 2005. Reproducibilidad en la medición del color «in vitro» e «in vivo» mediante colorímetros específicos para uso dental. *Rcoe*, 10(3), pp.263–267.
- Anon, 2004. CIE Technical Report: Colorimetry. CIE pub no 15.3. Vienna, Austria: CIE Central Bureau.
- Anon, 2001. Pruebas clínicas y de laboratorio de CRA sobre 23 productos de blanqueamientos populares realizables en casa. *CRA Newsletter Spain edition*, 15(3), pp.2–4.
- Araujo, F.O., Baratieri, L.N. & Araújo, É., 2010. *In Situ Study of In-office Bleaching Procedures Using Light Sources on Human Enamel Microhardness*, Operative Dentistry, Inc, pp.139-146.
- Association, A.D., 2011. ADA.org: Tooth Whitening/Bleaching: Treatment Considerations for Dentists and Their Patients. pp.1–13.

- Auschill, T.M. et al., 2005. Efficacy, side-effects and patients' acceptance of different bleaching techniques (OTC, in-office, at-home). *Operative Dentistry*, 30(2), pp.156–163.
- Auschill, T.M., Savio, S.D. & Hellwig, E., 2012. Randomized clinical trial of the efficacy, tolerability, and long-term color stability of two bleaching techniques: 18-month follow-up. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, pp.683-694.
- Azer, S.S., Hague, A.L. & Johnston, W.M., 2011. Effect of bleaching on tooth discolouration from food colourant in vitro. *Journal of Dentistry*, 39, pp.e52–e56.
- Barghi, N. & Morgan, J., 1997. Bleaching following porcelain veneers: clinical cases. *American journal of dentistry*, 10(5), pp.254–256.
- Barnes, D.M. et al., 1998. Clinical evaluation of a new 10% carbamide peroxide tooth-whitening agent. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 19(10), pp.968–72– 977–8.
- Basting, R.T., Rodrigues, A.L. & Serra, M.C., 2003. The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 134(10), pp.1335–1342.
- Berga-Caballero, A., Forner-Navarro, L. & Amengual-Lorenzo, J., 2006. At-home vital bleaching: a comparison of hydrogen peroxide and carbamide peroxide treatments. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*, 11(1), pp.E94–9.
- Berger, S.B. et al., 2008. Enamel susceptibility to red wine staining after 35% hydrogen peroxide bleaching. *Journal of applied oral science : revista FOB*, 16(3), pp.201–204.
- Bernardon, J.K. et al., 2010. Clinical Performance of Vital Bleaching Techniques. *Operative Dentistry*, 35(1), pp.3–10.
- Bernardon, J.K. et al., 2015. Comparison of treatment time versus patient satisfaction in at-home and in-office tooth bleaching therapy. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 114(6), pp.826–830.
- Berns, R.S., 2000. *Billmeyer and Saltzman's principles of color technology*,
- Bistey, T. et al., 2007. In vitro FT-IR study of the effects of hydrogen peroxide on superficial tooth enamel. *Journal of Dentistry*, 35(4), pp.325–330.
- Bitter, N.C., 1992. A scanning electron microscopy study of the effect of bleaching agents on enamel: a preliminary report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 67(6), pp.852–855.
- Bizhang, M. et al., 2009. Comparative clinical study of the effectiveness of three different bleaching methods. *Operative Dentistry*, 34(6), pp.635–641.

- Bona, Della, A. et al., 2009. Visual and instrumental agreement in dental shade selection: three distinct observer populations and shade matching protocols. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 25(2), pp.276–281.
- Borges, A.B. et al., 2012. Bleaching Gels Containing Calcium and Fluoride: Effect on Enamel Erosion Susceptibility. *International Journal of Dentistry*, 2012(6), pp.1–6.
- Bowles, W.H. & Thompson, L.R., 1986. Vital bleaching: The effects of heat and hydrogen peroxide on pulpal enzymes. *Journal of Endodontics*, 12(3), pp.108–112.
- Braun, A., Jepsen, S. & Krause, F., 2007. Spectrophotometric and visual evaluation of vital tooth bleaching employing different carbamide peroxide concentrations. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 23(2), pp.165–169.
- Brewer, J.D., Wee, A. & Seghi, R., 2004. Advances in color matching. *Dental clinics of North America*, 48(2), pp.v–341–58.
- Browning, W.D. & Swift, E.J., 2007. Comparison of the effectiveness and safety of carbamide peroxide whitening agents at different concentrations. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 19(5), pp.289–296.
- Browning, W.D. et al., 2007. Duration and timing of sensitivity related to bleaching. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 19(5), pp.256–64– discussion 264.
- Brunton, P.A., Ellwood, R. & Davies, R., 2004. A six-month study of two self-applied tooth whitening products containing carbamide peroxide. *Operative Dentistry*, 29(6), pp.623–626.
- C, S., 2000. ADA guidelines for the acceptance of tooth-whitening products. *Compendium of continuing education in dentistry. (Jamesburg, N.J. : 1995). Supplement*, (28), pp.S44–7.
- Cadenaro, M. et al., 2010. An In Vivo Study of the Effect of a 38 Percent Hydrogen Peroxide In-office Whitening Agent on Enamel. *The Journal of the American Dental Association*, 141(4), pp.449–454.
- Cakir, F.Y. et al., 2011. Chemical analysis of enamel and dentin following the application of three different at-home bleaching systems. *Operative Dentistry*, 36(5), pp.529–536.
- Cardoso, P.C. et al., 2010. Clinical Effectiveness and Tooth Sensitivity Associated With Different Bleaching Times for a 10 Percent Carbamide Peroxide Gel. *The Journal of the American Dental Association*, 141(10), pp.1213–1220.
- Carrasco, L.D. et al., 2007. Efficacy of intracoronary bleaching techniques with different light activation sources. *International endodontic journal*, 40(3), pp.204–208.

- Casaglia, A. et al., 2015. Dental photography today. Part 1: basic concepts. *ORAL & implantology*, 8(4), pp.122–129.
- Chen, H.-P. et al., 2008. Effect of fluoride containing bleaching agents on enamel surface properties. *Journal of Dentistry*, 36(9), pp.718–725.
- Chu, S.J., Trushkowsky, R.D. & Paravina, R.D., 2010. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38 Suppl 2, pp.e2–16.
- CIE, 1978. Bureau Central De La Cie, Commission Internationale De L'eclairage: Recommendations on Uniform Color Spaces. Color Difference Equations. Psychometric Color Terms, Bureau Central De La Cie, Paris, 1978, Pub 15 (E- 13.11) 1971/(Tc-1971.1973).
- Collins, L.Z., Maggio, B., Gallagher, A., et al., 2004. Safety evaluation of a novel whitening gel, containing 6% hydrogen peroxide and a commercially available whitening gel containing 18% carbamide peroxide in an exaggerated use clinical study. *Journal of Dentistry*, 32, pp.47–50.
- Collins, L.Z., Maggio, B., Liebman, J., et al., 2004. Clinical evaluation of a novel whitening gel, containing 6% hydrogen peroxide and a standard fluoride toothpaste. *Journal of Dentistry*, 32, pp.13–17.
- Curd, F.M. et al., 2006. Comparison of the shade matching ability of dental students using two light sources. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 96(6), pp.391–396.
- da Costa, J.B. et al., 2010. Comparison of at-home and in-office tooth whitening using a novel shade guide. *Operative Dentistry*, 35(4), pp.381–388.
- da Costa, J.B. et al., 2012. Comparison of Two At-home Whitening Products of Similar Peroxide Concentration and Different Delivery Methods. *Operative Dentistry*, 37(4), pp.333–339.
- Da Silva, J.D. et al., 2008. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 99(5), pp.361–368.
- de Arruda, A.M. et al., 2012. Effect of hydrogen peroxide at 35% on the morphology of enamel and interference in the de-remineralization process: an in situ study. *Operative Dentistry*, 37(5), pp.518–525.
- de Fátima Carvalho Vasconcelos, M. et al., 2017. An In Vitro Evaluation of Human Enamel Surfaces Subjected to Erosive Challenge After Bleaching. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 29(2), pp.128–136.
- de Freitas, P.M. et al., 2002. Effects of two 10% peroxide carbamide bleaching agents on dentin microhardness at different time intervals. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 33(5), pp.370–375.

- de Geus, J.L. et al., 2016. At-home vs In-office Bleaching: A Systematic Review and Meta-analysis. *Operative Dentistry*, 41(4), pp.341–356.
- Derdilopoulou, F.V. & Zantner, C., 2007. Evaluation of Visual and Spectrophotometric Shade Analyses: A Clinical Comparison of 3,758 Teeth. *International*, pp.414-416.
- Desai, V. & Bumb, D., 2013. Digital dental photography: a contemporary revolution. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 6(3), pp.193–196.
- Directiva 2011/84/UE del Consejo, de 20 de septiembre de 2011, por la que se modifica la Directiva 76/768/CEE, relativa a los productos cosméticos, para adaptar su anexo III al progreso técnico Texto pertinente a efectos del EEE. pp.1–3.
- Donly, K.J. et al., 2005. Effectiveness and safety of tooth bleaching in teenagers. *Pediatric dentistry*, 27(4), pp.298–302.
- Douglas, R.D. & Brewer, J.D., 1998. Acceptability of shade differences in metal ceramic crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 79(3), pp.254–260.
- Douglas, R.D., Steinhauer, T.J. & Wee, A.G., 2007. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 97(4), pp.200–208.
- Dozić, A. et al., 2007. Performance of Five Commercially Available Tooth Color-Measuring Devices. *Journal of Prosthodontics*, 16(2), pp.93–100.
- Efeoglu, N., Wood, D. & Efeoglu, C., 2005. Microcomputerised tomography evaluation of 10% carbamide peroxide applied to enamel. *Journal of Dentistry*, 33(7), pp.561–567.
- Fasanaro, T.S., 1992. Bleaching teeth: history, chemicals, and methods used for common tooth discolorations. *Journal of esthetic dentistry*, 4(3), pp.71–78.
- Frysh, H., Baker, F.L. & Wagner, M.J., 1991. *Frysh: Patients perception of effectiveness of 3vital tooth bleaching systems*, Google Scholar, J Dent Res, p.570.
- Ganz, E. & Pauli, H.K.A., 1995. Whiteness and tint formulas of the Commission Internationale de l'Eclairage: approximations in the L*a*b* color space. *Applied Optics*, 34(16), pp.2998–2999.
- Gegauff, A.G. et al., 1993. Evaluating tooth color change from carbamide peroxide gel. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 124(6), pp.65–72.
- Gerlach, R.W. & Sagel, P.A., 2004. Vital bleaching with a thin peroxide gel: the safety and efficacy of a professional-strength hydrogen peroxide whitening strip. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 135(1), pp.98–100.
- Gerlach, RW., RD, G. & PA, S., 2000. A randomized clinical trial comparing a novel 5.3% hydrogen peroxide whitening strip to 10%, 15%, and 20% carbamide peroxide tray-based bleaching systems. *Compendium of continuing education in dentistry. (Jamesburg, N.J. : 1995). Supplement*, (29), pp.S22–8; quiz S42–3.

- Gerlach, R.W., X, Z. & D, M., 2003. Safety of Vital Tooth Bleaching with 6% Hydrogen Peroxide Whitening Strips: Evidence from 18 Clinical Trials. 82B(Special), p.1045.
- Giniger, M. et al., 2005. A 180-day clinical investigation of the tooth whitening efficacy of a bleaching gel with added amorphous calcium phosphate. *The Journal of clinical dentistry*, 16(1), pp.11–16.
- Goo, D.-H. et al., 2004. The efficiency of 10% carbamide peroxide gel on dental enamel. *Dental materials journal*, 23(4), pp.522–527.
- Gozalo-Diaz, D.J. et al., 2007. Measurement of color for craniofacial structures using a 45/0-degree optical configuration. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 97(1), pp.45–53.
- Greenwall, L., 2001. *Bleaching Techniques in Restorative Dentistry*, CRC Press.
- Grobler, S.R., Majeed, A., Hayward, R., et al., 2011. A Clinical Study of the Effectiveness of Two Different 10% Carbamide Peroxide Bleaching Products: A 6-Month Followup. *International Journal of Dentistry*, 2011(7), pp.1–5.
- Grobler, S.R., Majeed, A., Moola, M.H., et al., 2011. In vivo Spectrophotometric Assessment of the Tooth Whitening Effectiveness of Nite White 10% with Amorphous Calcium Phosphate, Potassium Nitrate and Fluoride, Over a 6-month Period. *The open dentistry journal*, 5(1), pp.18–23.
- Gurgan, S., Bolay, S. & Alaçam, R., 1997. In vitro adherence of bacteria to bleached or unbleached enamel surfaces. *Journal of oral rehabilitation*, 24(8), pp.624–627.
- Hammad, I.A., 2003. Intrarater repeatability of shade selections with two shade guides. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 89(1), pp.50–53.
- Hannig, C. et al., 2005. Peroxide release into saliva from five different home bleaching systems in vivo. *American journal of dentistry*, 18(1), pp.13–18.
- Hasegawa, A., Ikeda, I. & Kawaguchi, S., 2000. Color and translucency of in vivo natural central incisors. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 83(4), pp.418–423.
- Hasegawa, A., Motonomi, A., et al., 2000. Color of natural tooth crown in Japanese people. *Color Res Appl*, 25(1), pp.43–48.
- Hasson, H. et al., 2007. Home-based chemically-induced whitening of teeth in adults. *Australian Dental Journal*, 52(1), pp.71–72.
- Havwood, V.B. et al., 1994. Effectiveness, Side Effects and Long-Term Status of Nightguard Vital Bleaching. *The Journal of the American Dental Association*, 125(9), pp.1219–1226.
- Haywood, V.B., 1992. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 23(7), pp.471–488.

- Haywood, V.B. & Leonard, R.H., 1998. Nightguard vital bleaching removes brown discoloration for 7 years: a case report. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 29(7), pp.450–451.
- Haywood, V.B. et al., 1990. Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 21(10), pp.801–804.
- He, G. & Zhou, M., 2007. Whiteness formula in CIELAB uniform color space. *Chinese Optics Letters*, 5(7), pp.432–434.
- Hegedüs, C. et al., 1999. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *Journal of Dentistry*, 27(7), pp.509–515.
- Hein, D.K. et al., 2003. In-office vital tooth bleaching--what do lights add? *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 24(4A), pp.340–352.
- Hunsaker, K.J. & Christensen, G.J., 1990. *Tooth bleaching chemicals. Influence on teeth and restorations.* , *Journal of Dent restoration*, 69, p 303.
- Hunter, R.S. & Harold, R.W., 1987. *The Measurement of Appearance*, John Wiley & Sons, p.411.
- Igiel, C. et al., 2017. Reliability of visual and instrumental color matching. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry*, pp.1-6.
- Johnston, W.M. & Kao, E.C., 1989. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *Journal of dental research*, 68(5), pp.819–822.
- Joiner, A., 2009. A silica toothpaste containing blue covarine: a new technological breakthrough in whitening. *International Dental Journal*, 59(5), pp.284–288.
- Joiner, A., 2006. The bleaching of teeth: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 34(7), pp.412–419.
- Joiner, A., 2004. Tooth colour: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 32, pp.3–12.
- Joiner, A. & Thakker, G., 2004. In vitro evaluation of a novel 6% hydrogen peroxide tooth whitening product. *Journal of Dentistry*, 32, pp.19–25.
- Joiner, A. et al., 2008. A review of tooth colour and whiteness. *Journal of Dentistry*, 36, pp.2–7.
- Joiner, A., Thakker, G. & Cooper, Y., 2004. Evaluation of a 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on enamel and dentine microhardness in vitro. *Journal of Dentistry*, 32, pp.27–34.
- Joshi, 2016. An overview of vital teeth bleaching. *Journal of Interdisciplinary Dentistry*, 6(1), p.3.

- Karadas, M. & Duymus, Z.Y., 2015. In Vitro Evaluation of the Efficacy of Different Over-the-Counter Products on Tooth Whitening. *Brazilian dental journal*, 26(4), pp.373–377.
- Karamouzos, A. et al., 2007. Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. *Journal of oral rehabilitation*, 34(8), pp.613–621.
- Kashimatanaka, M. et al., 2003. Generation of Free Radicals and/or Active Oxygen by Light or Laser Irradiation of Hydrogen Peroxide or Sodium Hypochlorite. *Journal of Endodontics*, 29(2), pp.141–143.
- Khashayar, G. et al., 2012. Data comparison between two dental spectrophotometers. *Operative Dentistry*, 37(1), pp.12–20.
- Khurana, R. et al., 2007. A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *British dental journal*, 203(12), pp.675–680.
- Kielbassa, A.M. et al., 2009. In vitro comparison of visual and computer-aided pre- and post-tooth shade determination using various home bleaching procedures. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 101(2), pp.92–100.
- Kielbassa, A.M. et al., 2015. Tooth sensitivity during and after vital tooth bleaching: A systematic review on an unsolved problem. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 46(10), pp.881–897.
- Kihn, P.W., 2007. Vital Tooth Whitening. *Dental clinics of North America*, 51(2), pp.319–331.
- Kihn, P.W. et al., 2000. A clinical evaluation of 10 percent vs. 15 percent carbamide peroxide tooth-whitening agents. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 131(10), pp.1478–1484.
- Kim, Y.S., Kwon, H.K. & Kim, B.I., 2011. Effect of nano-carbonate apatite to prevent re-stain after dental bleaching in vitro. *Journal of Dentistry*, 39(9), pp.636–642.
- Kim-Pusateri, S. et al., 2009. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 101(3), pp.193–199.
- Kugel, G. et al., 2006. Clinical evaluation of chemical and light-activated tooth whitening systems. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 27(1), pp.54–62.
- Kugel, G. et al., 2007. Separate whitening effects on enamel and dentin after fourteen days. *Journal of Endodontics*, 33(1), pp.34–37.
- Kugel, G., Aboushala, A. & Zhou, X., 2002. Daily use of whitening strips on tetracycline-stained teeth: comparative results after 2 months. *Compendium (Special Issue)*, pp. 29–34.

- Lee, K.H. et al., 2006. Mineral loss from bovine enamel by a 30% hydrogen peroxide solution. *Journal of oral rehabilitation*, 33(3), pp.229–233.
- Lee, S.S. et al., 2005. Tooth whitening in children and adolescents: a literature review. *Pediatric dentistry*, 27(5), pp.362–368.
- Lehmann, K.M. et al., 2012. Are dental color measuring devices CIE compliant? *The European journal of esthetic dentistry : official journal of the European Academy of Esthetic Dentistry*, 7(3), pp.324–333.
- Leonard, R.H., Sharma, A. & Haywood, V.B., 1998. Use of different concentrations of carbamide peroxide for bleaching teeth: an in vitro study. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 29(8), pp.503–507.
- Li, Y., 1996. Biological properties of peroxide-containing tooth whiteners. *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 34(9), pp.887–904.
- Li, Y., 2003. Tooth color measurement using Chroma Meter: techniques, advantages, and disadvantages. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 15 Suppl 1, pp.S33–41.
- Li, Y., 1997. Toxicological considerations of tooth bleaching using peroxide-containing agents. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 128, pp.31S–36S.
- Li, Y. et al., 2004. Comparative tooth whitening efficacy of 18% carbamide peroxide liquid whitening gel using three different regimens. *The Journal of clinical dentistry*, 15(1), pp.11–16.
- Lin, C.-H. et al., 2008. Evaluation of the effect of laser tooth whitening. *The International journal of prosthodontics*, 21(5), pp.415–418.
- Lindsey, D.T. & Wee, A.G., 2007. Perceptibility and acceptability of CIELAB color differences in computer-simulated teeth. *Journal of Dentistry*, 35(7), pp.593–599.
- Liporoni, P.C.S. et al., 2010. Enamel susceptibility to coffee and red wine staining at different intervals elapsed from bleaching: a photoreflectance spectrophotometry analysis. *Photomedicine and laser surgery*, 28 Suppl 2(S2), pp.S105–9.
- Llena, C. et al., 2016. Clinical efficacy of a bleaching enzyme-based toothpaste. A double-blind controlled clinical trial. *Journal of Dentistry*, 44, pp.8–12.
- Llena, C., Esteve, I. & Forner, L., 2017. Effect of Hydrogen and Carbamide Peroxide in Bleaching, Enamel Morphology, and Mineral Composition: In vitro Study S. Patil, ed. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 18(7), pp.576–582.
- Lorenzo, J.A. & Navarro, L.F., 2004. Tratamiento de las discoloraciones dentales de carácter moderado: casos clínicos. *Labor Dental Clínica*, pp.186–189.

- Løe, H. & Silness, J., 2009. Periodontal Disease in Pregnancy I. Prevalence and Severity. *Acta Odontologica Scandinavica*, 21(6), pp.533–551.
- Luk, K., Tam, L. & Hubert, M., 2004. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 135(2), pp.194–201.
- Luo, M.R., Cul, G. & Rigg, B., 2001. The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000. *Color Res Appl*, 26, pp.340–350.
- Luo, W. et al., 2007. Comparison of the ability of different colour indices to assess changes in tooth whiteness. *Journal of Dentistry*, 35(2), pp.109–116.
- Luque-Martínez, I. et al., 2016. Comparison of efficacy of tray-delivered carbamide and hydrogen peroxide for at-home bleaching: a systematic review and meta-analysis. *Clinical oral investigations*, 20(7), pp.1419–1433.
- Marcucci, B., 2003. A shade selection technique. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 89(5), pp.518–521.
- Marson, F.C. et al., 2008. Clinical evaluation of in-office dental bleaching treatments with and without the use of light-activation sources. *Operative Dentistry*, 33(1), pp.15–22.
- Matis, B.A., 2003. Tray whitening: what the evidence shows. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 24(4A), pp.354–362.
- Matis, B.A. et al., 2002. Extended at-home bleaching of tetracycline-stained teeth with different concentrations of carbamide peroxide. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 33(9), pp.645–655.
- Matis, B.A. et al., 2007. In vivo study of two carbamide peroxide gels with different desensitizing agents. *Operative Dentistry*, 32(6), pp.549–555.
- Matis, B.A. et al., 2002. A clinical evaluation of a bleaching agent used with and without reservoirs. *Operative Dentistry*, 27(1), pp.5–11.
- Matis, B.A. et al., 2000. Clinical evaluation of bleaching agents of different concentrations. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 31(5), pp.303–310.
- Matis, B.A. et al., 1998. The efficacy and safety of a 10% carbamide peroxide bleaching gel. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 29(9), pp.555–563.
- Matis, B.A., Cochran, M.A. & Eckert, G., 2009. Review of the Effectiveness of Various Tooth Whitening Systems. *Operative Dentistry*, 34(2), pp.230–235.
- Matis, B.A., Gaiao, U. & Blackman, D., 1999. In vivo degradation of bleaching gel used in whitening teeth. *The Journal of the ...*
- Meireles, S.S. et al., 2010. A double-blind randomized clinical trial of two carbamide peroxide tooth bleaching agents: 2- year follow-up. *Journal of Dentistry*, 38(12), pp.956–963.

- Meireles, S.S. et al., 2014. Changes in oral health related quality of life after dental bleaching in a double-blind randomized clinical trial. *Journal of Dentistry*, 42(2), pp.114–121.
- Meireles, S.S. et al., 2012. Effectiveness of different carbamide peroxide concentrations used for tooth bleaching: an in vitro study. *Journal of applied oral science : revista FOB*, 20(2), pp.186–191.
- Meireles, S.S., Demarco, F.F., et al., 2008. Validation and reliability of visual assessment with a shade guide for tooth-color classification. *Operative Dentistry*, 33(2), pp.121–126.
- Meireles, S.S., Heckmann, S.S., et al., 2008. Efficacy and Safety of 10% and 16% Carbamide Peroxide Tooth-whitening Gels: A Randomized Clinical Trial. *Operative Dentistry*, 33(6), pp.606–612.
- Mokhlis, G.R. et al., 2000. A clinical evaluation of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening agents during daytime use. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 131(9), pp.1269–1277.
- Mondelli, R.F.L. et al., 2012. Comparative clinical study of the effectiveness of different dental bleaching methods - two year follow-up. *Journal of applied oral science : revista FOB*, 20(4), pp.435–443.
- MSD, J.A.Clary et al., 2016. Influence of light source, polarization, education, and training on shade matching quality. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, pp.1–7.
- Nathoo, S. et al., 2002. Comparative 3-week clinical tooth-shade evaluation of a novel liquid whitening gel containing 18% carbamide peroxide and a commercially available whitening dentifrice. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 23(11 Suppl 1), pp.12–17.
- Nathoo, S. et al., 2003. Comparative clinical investigation of the tooth whitening efficacy of two tooth whitening gels. *The Journal of clinical dentistry*, 14(3), pp.64–69.
- Nathoo, S. et al., 2001. Comparative seven-day clinical evaluation of two tooth whitening products. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 22(7), pp.599–604– 606– quiz 608.
- NC, Bitter., 1998. A scanning electron microscope study of the long-term effect of bleaching agents on the enamel surface in vivo. *General dentistry*, 46(1), pp.84–88.
- O'Brien, W.J. et al., 1997. Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 13(3), pp.179–185.
- Oh, W.S., Koh, I.W. & O'Brien, W.J., 2009. Estimation of visual shade matching errors with 2 shade guides. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, pp.833–836.
- Okubo, S.R. et al., 1998. Evaluation of visual and instrument shade matching. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 80(6), pp.642–648.

- Paravina, R.D., 2002. Evaluation of a newly developed visual shade-matching apparatus. *The International journal of prosthodontics*, 15(6), pp.528–534.
- Paravina, R.D., 2008. New shade guide for tooth whitening monitoring: visual assessment. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 99(3), pp.178–184.
- Paravina, R.D. & Swift, E.J., 2009. Color in dentistry: match me, match me not. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 21(2), pp.133–139.
- Paravina, R.D. et al., 2015. Color difference thresholds in dentistry. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 27 Suppl 1(S1), pp.S1–9.
- Paravina, R.D. et al., 2010. Teaching of color in predoctoral and postdoctoral dental education in 2009. *Journal of Dentistry*, 38 Suppl 2, pp.e34–40.
- Paul, S. et al., 2002. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of dental research*, 81(8), pp.578–582.
- Perez, M.D.M. et al., 2011. Dental ceramics: a CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *Journal of Dentistry*, 39 Suppl 3, pp.e37–44.
- Perez, M.D.M. et al., 2016. Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 32(3), pp.461–467.
- Pimental, W. & Tiossi, R., 2014. Comparison between visual and instrumental methods for natural tooth shade matching. *General dentistry*, 62(6), pp.47–49.
- Pinto, M.M. et al., 2017. Controlled clinical trial addressing teeth whitening with hydrogen peroxide in adolescents: a 12-month follow-up. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 72(3), pp.161–170.
- Polydorou, O. et al., 2017. The effect of long-term use of tooth bleaching products on the human enamel surface. *Odontology*, pp.1–9.
- Potocnik, I., Kosec, L. & Gaspersic, D., 2000. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. *Journal of Endodontics*, 26(4), pp.203–206.
- Públio, J.D.C. et al., 2016. Influence of Enamel Thickness on Bleaching Efficacy: An In-Depth Color Analysis. *The open dentistry journal*, 10(1), pp.438–445.
- Qualtrough, A. & Burke, F., 1994. A look at dental esthetics. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, pp.7–14.
- Ragain, J.C. & Johnston, W.M., 2000. Color acceptance of direct dental restorative materials by human observers. *Color Research & Application*, 25(4), pp.278–285.
- Reinhardt, J.W. et al., 1993. A clinical study of nightguard vital bleaching. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 24(6), pp.379–384.

- Richard Niederman, D.M. et al., 2000. Effectiveness of Dentist-Prescribed, Home-Applied Tooth Whitening, A Meta-analysis. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 1(4), pp.1–16.
- Rodrigo Gómez, L. & Oteo Calatayud, J., 2010. Sistema de blanqueamiento basado en ultrasonidos. *Rcoe*, 14(4), pp.1–8.
- Rodrigues, J.A., Oliveira, G.P.F. & Amaral, C.M., 2007. Effect of thickener agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Brazilian oral research*, 21(2), pp.170–175.
- Rotstein, I. et al., 1996. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *Journal of Endodontics*, 22(1), pp.23–25.
- Ruppertsberg, A.I., Bloj, M. & Hurlbert, A., 2008. Sensitivity to luminance and chromaticity gradients in a complex scene. *Journal of Vision*, 8(9), pp.3–3.
- Russell, C.M. et al., 1996. Dentist-supervised home bleaching with ten percent carbamide peroxide gel: a six-month study. *Journal of esthetic dentistry*, 8(4), pp.177–182.
- Russell, M.D., Gulfranz, M. & Moss, B.W., 2000. In vivo measurement of colour changes in natural teeth. *Journal of oral rehabilitation*, 27(9), pp.786–792.
- Ruyter, I.E., Nilner, K. & Möller, B., 1987. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dental Materials*, 3(5), pp.246–251.
- Santos Medeiros, dos, M.C. & de Lima, K.C., 2008. Effectiveness of nightguard vital bleaching with 10% carbamide peroxide -- a clinical study. *Journal (Canadian Dental Association)*, 74(2), pp.163–163e.
- Sasaki, R.T., Fl Rio, F.M. & Basting, R.T., 2009. Effect of 10% Sodium Ascorbate and 10% α -tocopherol in Different Formulations on the Shear Bond Strength of Enamel and Dentin Submitted to a Home-use Bleaching Treatment. *Operative Dentistry*, 34(6), pp.746–752.
- Schwabacher, W.B. & Goodkind, R.J., 1990. Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 64(4), pp.425–431.
- Schwabacher, W.B., Goodkind, R.J. & Lua, M.J., 1994. Interdependence of the hue, value, and chroma in the middle site of anterior human teeth. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*, 3(4), pp.188–192.
- Sikri, V.K., 2010. Color: Implications in dentistry. *Journal of conservative dentistry : JCD*, 13(4), pp.249–255.
- Singh, R.D. et al., 2010. Efficacy of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate to prevent stain absorption on freshly bleached enamel: An in vitro study. *Journal of conservative dentistry : JCD*, 13(2), pp.76–79.

- Slezak, B. et al., 2002. Safety profile of a new liquid whitening gel. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 23(11 Suppl 1), pp.4–11.
- Smidt, A., Feuerstein, O. & Topel, M., 2011. Mechanical, morphologic, and chemical effects of carbamide peroxide bleaching agents on human enamel in situ. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, pp.407–412.
- Sun, L. et al., 2011. Surface alteration of human tooth enamel subjected to acidic and neutral 30% hydrogen peroxide. *Journal of Dentistry*, 39(10), pp.686–692.
- Surakanti, 2016. Clinical effects of reservoirs on gingival health using two different concentrations of home dental bleaching agents on fluorosed teeth: A comparative study. *Journal of Dr. NTR University of Health Sciences*, 5(4), p.265.
- Swift, E.J. et al., 1999. Two-year clinical evaluation of tooth whitening using an at-home bleaching system. *Journal of esthetic dentistry*, 11(1), pp.36–42.
- Tam, L., 1999. Clinical trial of three 10% carbamide peroxide bleaching products. *Journal (Canadian Dental Association)*, 65(4), pp.201–205.
- Terry, D.A. et al., 2002. Anatomical form defines color: function, form, and aesthetics. *Practical procedures & aesthetic dentistry : PPAD*, 14(1), pp.59–67– quiz 68.
- Tezel, H. et al., 2007. Effect of bleaching agents on calcium loss from the enamel surface. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 38(4), pp.339–347.
- Therapeutics, A.D.A.C.O.D., 1994. Guidelines for the Acceptance of Peroxide-Containing Oral Hygiene Products. *The Journal of the American Dental Association*, 125(8), pp.1140–1142.
- Tong, L.S. et al., 1993. The effects of etching, micro-abrasion, and bleaching on surface enamel. *Journal of dental research*, 72(1), pp.67–71.
- Tredwin, C.J. et al., 2006. Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: review of adverse effects and safety issues. *British dental journal*, 200(7), pp.371–376.
- Trushkowsky, R.D., 2003. How a spectrophotometer can help you achieve esthetic shade matching. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 24(1), pp.60–66.
- Viscio, D. et al., 2000. Present and future technologies of tooth whitening. *Compendium of continuing education in dentistry. (Jamesburg, N.J. : 1995). Supplement*, (28), pp.S36–43– quiz S49.
- Watts, A. & Addy, M., 2001. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *British dental journal*, 190(6), pp.309–316.
- Westland, S., 2003. Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 15 Suppl 1, pp.S5–12.

- Wetter, N.U. et al., 2009. Color differences of canines and incisors in a comparative long-term clinical trial of three bleaching systems. *Lasers in medical science*, 24(6), pp.941–947.
- White, D.J. et al., 2002. Peroxide interactions with hard tissues: effects on surface hardness and surface/subsurface ultrastructural properties. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 23(1A), pp.42–8– quiz 50.
- Xu, B.T. et al., 2012. Applicability of CIELAB/CIEDE2000 formula in visual color assessments of metal ceramic restorations. *Journal of Dentistry*, 40 Suppl 1, pp.e3–9.
- Yazici, A.R., Khanbodaghi, A. & Kugel, G., 2007. Effects of an in-office bleaching system (ZOOM) on pulp chamber temperature in vitro. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 8(4), pp.19–26.
- Zach, L. & Cohen, G., 1965. Pulp response to externally applied heat. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*, 19, pp.515–530.
- Zantner, C., Derdilopoulou, F. & Martus, P., 2006. Randomized clinical trial on the efficacy of 2 over-the-counter whitening systems. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, pp.695–706.
- Zekonis, R. et al., 2003. Clinical evaluation of in-office and at-home bleaching treatments. *Operative Dentistry*, 28(2), pp.114–121.